SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 6500:2018

Sistem refrigerasi instalasi tetap – Persyaratan keamanan dan lingkungan hidup

ICS 71.100.45

Badan Standardisasi Nasional

Daftar isi

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) *Sistem refrigerasi instalasi tetap – Persyaratan keamanan dan lingkungan hidup* merupakan revisi SNI 6500:2000, *Refrigeran pemakaian pada istalasi tetap*. Tujuan dilakukan revisi ini adalah untuk penyesuaian terhadap keperluan pengkondisian udara dan refrigrasi dalam menggerakkan transisi industri ke arah sistem industri dan komersial yang lebih aman dan hemat energi dan ramah lingkungan serta mendukung perbaikan standar-standar terkait untuk keamanan chiller di Indonesia. Revisi yang dilakukan diantaranya adalah perubahan ruang lingkup, perubahan acuan normatif, pengurangan klasifikasi refrigeran dan identifikasi refrigeran, perubahan perancangan dan konstruksi, dan penambahan bibliografi.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 27-07,*Sistem Refrigeran*. Standar dan telah dibahas dalam Rapat Teknis serta disepakati pada Rapat Konsensus di Jakarta, pada tanggal 3 Oktober 2017 yang dihadiri oleh Komite Teknis, Produsen, Konsumen, Pemerintah, Asosiasi, Perguruan Tinggi, dan Instansi pemerintah terkait lainnya.

Standar ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 17 Oktober 2017 sampai dengan tanggal 31 Januari 2018, dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari dokumen standar ini dapat berupa hak paten. Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak paten yang ada.

Sistem refrigerasi istalasi tetap – Persyaratan keamanan dan lingkungan hidup

1 Ruang lingkup

Standar ini berisi aturan, cara, rekomendasi dan data mengenai:

1. Aturan penggunaan refrigeran yang didasarkan atas pertimbangan keamanan dan lingkungan hidup;
2. Aturan keamanan yang harus diperhatikan pada aspek konstruksi komponen mesin refrigerasi;
3. Aturan penggunaan dan penempatan mesin atau komponen mesin;
4. Aturan penggunaan dan penempatan peralatan bantu keamanan;
5. Prosedur umum pengujian, inspeksi, operasi, dokumentasi, dan penandaan;
6. Prosedur umum perawatan dan perbaikan.

Standar ini hanya berlaku bagi instalasi mesin refrigerasi yang tetap. Penggunaan refrigeran pada instalasi mesin refrigerasi untuk kendaraan bermotor diberikan dalam standar/petunjuk praktek tersendiri.

Standar ini dapat diterapkan bagi:

1. Sistem refrigerasi baru;
2. Sistem refrigerasi yang telah dimodifikasi komponennya dengan maksud untuk menambah atau memperkecil kapasitas;
3. Sistem yang direlokasi dari suatu tempat ke tempat lain;
4. Sistem yang dikonversi dari suatu refrigeran ke refrigeran alternatif.

2 Acuan normatif

Dokumen acuan berikut sangat diperlukan untuk penerapan dokumen ini. Untuk acuan bertanggal, hanya edisi yang disebutkan yang berlaku. Untuk acuan tidak bertanggal, berlaku edisi terakhir dari dokumen acuan tersebut (termasuk seluruh perubahan/amandemennya).

SNI ISO 817:2017, *Refrigerants – Designation and safety classification*

SNI 0225, *Peraturan Umum Instalasi Listrik Indonesia*

SNI 05-3563-1994, *Bejana Tekan – 1A*

SNI 13-3498-1994, *Inspeksi Bejana Tekan*.

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan dokumen ini, istilah dan definisi berikut ini berlaku

3.1
alat bantu pernafasan
alat yang dirancang untuk membantu pernafasan, mudah jinjing (*portable*) dan memiliki suplai udara bertekanan. Orang yang menggunakan peralatan ini tidak bergantung pada udara lingkungannya

3.2
alat pelepas tekanan
alat yang dirancang untuk melepaskan tekanan berlebih secara otomatis

3.3
alat pembatas tekanan
alat yang digerakkan oleh tekanan, diset pada suatu harga tekanan tertentu, dan digunakan untuk menghentikan operasi elemen pembangkit tekanan dan/atau dapat juga mengaktifkan alarm jika tekanan seting tercapai

3.4
alat penukar kendali (*changeover device*)
suatu katup yang mengendalikan dua alat pelindung sedemikian rupa sehingga hanya satu alat saja yang bekerja pada suatu saat

3.5
azeotropik (azeotrope)
campuran zat-zat yang bersifat seperti zat tunggal yang murni yaitu pada tekanan tertentu menguap pada temperatur dan komposisi campuran yang tetap, baik pada fasa uap maupun cairan

3.6
bejana tekan
bejana yang mengandung fluida dengan tekanan yang berbeda dari tekanan atmosfir sekeliling

3.7
bursting disc
alat pengaman yang akan pecah pada suatu tekanan tertentu

3.8
detektor (detektor kebocoran)
alat pendeteksi yang akan merespon jika terdapat gas tertentu di udara lingkungan pada suatu tingkat konsentrasi tertentu

3.9
Evaporator
penukar kalor tempat cairan refrigeran menguap dan menyerap panas dari media yang didinginkan

3.10
exposure standard
suatu harga tertentu yang menyatakan konsentrasi suatu zat kimia di dalam udara yang tidak mengganggu kesehatan atau tidak menyebabkan ketidaknyamanan pada hampir semua pekerja yang berada dilingkungan udara tersebut

3.11
fusible plug
alat pengaman yang mempunyai titik lebur yang rendah sehingga dapat melepaskan tekanan pada suatu temperatur tertentu yang dikehendaki

3.12
halokarbon/hidrokarbon –

CFC	terhalogenisasi secara penuh (tidak ada sisa hidrogen), halokarbon yang seluruh atom hidrogennya digantikan oleh unsur-unsur khlor, fluor dan karbon
HCFC	halokarbon yang memiliki unsur-unsur hidrogen, fluor dan karbon
HFC	halokarbon yang mengandung hidrogen, fluor dan karbon
PFC	karbon terfluoronisasi yang hanya mengandung fluor dan karbon
HC	hidrokarbon yang hanya mengandung hidrogen dan karbon
HFO	halocarbon yang mengandung hidrogen, fluor, dan olefin

3.13
katup pengisolasi
katup yang digunakan untuk menghentikan aliran

3.14
Komponen
suatu sambungan atau sub bagian dari sistem refrigerasi yang dapat dipesan secara terpisah dari pabrik atau pemasok (sebagai contoh, penukar kalor, bejana, sambungan pipa, alat ukur dan alat kendali)

3.15
kompresor
komponen mekanik yang berfungsi untuk mengkompresi uap refrigeran

3.16
kompresor perpindahan positif
kompresor yang bekerja berdasarkan perubahan volume ruang kompresi

3.17
kondensor
penukar kalor tempat uap refrigeran mengembun

3.18
LC50rat (*lethal concentration fifty rat*)
konsentrasi suatu zat dalam udara, yang jika suatu populasi tikus berada dalam konsentrasi tersebut selama 4 jam, maka 50 % dari populasi eksperimen tersebut akan mati

3.19
LFL (*lower flammability limit*)
konsentrasi minimum suatu refrigeran dalam campuran udara - refrigeran homogen yang dapat menimbulkan perambatan nyala api pada temperatur 21°C dan tekanan 101 kPa (lihat Tabel 7 pada SNI Penamaan dan Klasifikasi Keamanan Refrigeran)

3.20
lobi
ruangan yang berada di bagian pintu masuk yang digunakan sebagai ruang tunggu

3.21
muatan (*charge*)
jumlah refrigeran dalam sistem

3.22
pemanasan global
suatu efek yang cenderung menaikkan temperatur rata-rata permukaan bumi.

3.23
personil yang berkompeten
personil yang dilatih atau mempunyai pengalaman dalam suatu masalah dan dapat melakukan tindakan yang membuat sistem lebih aman atau kinerja sistem menjadi lebih baik

3.24
potensi pemanasan global (*global warming potential* = GWP)
ukuran kemampuan suatu zat atau refrigeran untuk memberikan efek pemanasan global jika 1 kg zat tersebut terlepas ke atmosfir relatif terhadap 1 kg karbon dioksida. Karbon dioksida mempunyai GWP sama dengan 1. Dalam standar ini GWP, yang bergantung pada spektrum penyerapan dan umurnya di atmosfir, diukur dalam basis waktu horison 100 tahun

3.25
potensi perusakan ozon (*ozone depletion potential* = ODP)
ukuran kemampuan suatu zat dalam merusak ozon di lapisan stratosfir. ODP dinyatakan dalam angka relatif terhadap R-11. R-11 mempunyai nilai ODP sama dengan 1

3.26
recovery
tindakan mengeluarkan refrigeran dari sistem dan menyimpannya dalam tempat di luar sistem

3.27
refrigeran
suatu zat yang digunakan untuk menghasilkan efek refrigerasi dengan cara penguapan

3.28
refrigeran sekunder
cairan yang digunakan untuk memindahkan panas tanpa berubah fasa dari tempat pengambilan panas ke refrigeran primer

3.29
ruang berpenghuni
ruang yang secara normal dihuni oleh manusia, kecuali ruang mesin dan ruang dingin

3.30
ruang dingin (cool room) - Ruang yang didinginkan oleh mesin refrigerasi dan bertemperatur di bawah 5^{o}C

3.31
ruang mesin
ruang tempat peralatan seperti pompa atau kompresor dipasang

3.32
ruang mesin khusus
ruang tempat peralatan seperti pompa atau kompresor dipasang sesuai dengan persyaratan yang tertulis pada Pasal6.8.4

3.33
sambungan flared (*flared joint*)
sambungan pipa yang ujungnya di buat konis (di *flared*) dan digunakan bersama mur konis untuk mengkompresi pipa dengan *nipple/fitting*

3.34
sambungan flens (*flange joint*)
sambungan yang dibuat dengan menyambung satu pasang flens dengan mur dan baut

3.35
sisi tekanan rendah
bagian dari sistem refrigerasi yang bertekanan rendah biasanya adalah tekanan evaporator

3.36
sisi tekanan tinggi
bagian dari sistem refrigerasi yang bertekanan paling tinggi yang biasanya adalah tekanan kondensor

3.37
sistem bertingkat (*cascade system*)
dua atau lebih sirkuit refrigerant yang independen dengan condenser dari sistem yang satu melepaskan panas secara langsung pada evaporator sistem yang lain

3.38
sistem pendingin (*cooling system*)
bagian dari sistem refrigerasi yaitu evaporator dan semua sistem refrigeran sekunder yang digunakan untuk mendinginkan udara atau zat lainnya. Dalam standar ini sistem pendingin dibagi menjadi enam jenis seperti yang dijelaskan pada Pasal 4

3.39
sistem refrigerasi absorpsi/adsorpsi - Sistem refrigerasi yang efek refrigerasinya dihasilkan karena penguapan refrigeran dan uap refrigeran kemudian akan diserap oleh suatu absorben/adsorben. Kemudian refrigeran akan dipisahkan lagi dengan pemanasan larutan tersebut pada tekanan dan temperatur yang lebih tinggi

3.40
sistem *self-contained*
sistem pendingin mandiri yang dibuat dan dipasang lengkap dengan rangka sehingga dapat diangkut, dipasang dan dioperasikan atau digabung dengan unit lain yang serupa

3.41
sistem unit
sistem self-contained yang telah dirangkai dan diuji sebelum dipasang

3.42
sumber nyala - Sumber energi yang cukup untuk dapat menyalakan lingkungan yang dapat menyala, yaitu nyala api, material yang membara, percikan api listrik

3.43
tekanan operasi yang diperbolehkan (pb)
tekanan yang tidak boleh dilampaui pada semua bagian sistem, tidak bergantung apakah sistem sedang beroperasi atau tidak. Besarnya nilai tekanan ini berbeda untuk sisi tekanan tinggi dan sisi tekanan rendah

3.44
tekanan rancangan
tekanan yang digunakan untuk menentukan jenis material, tebal dan konstruksi yang diperlukan oleh komponen untuk menahan tekanan

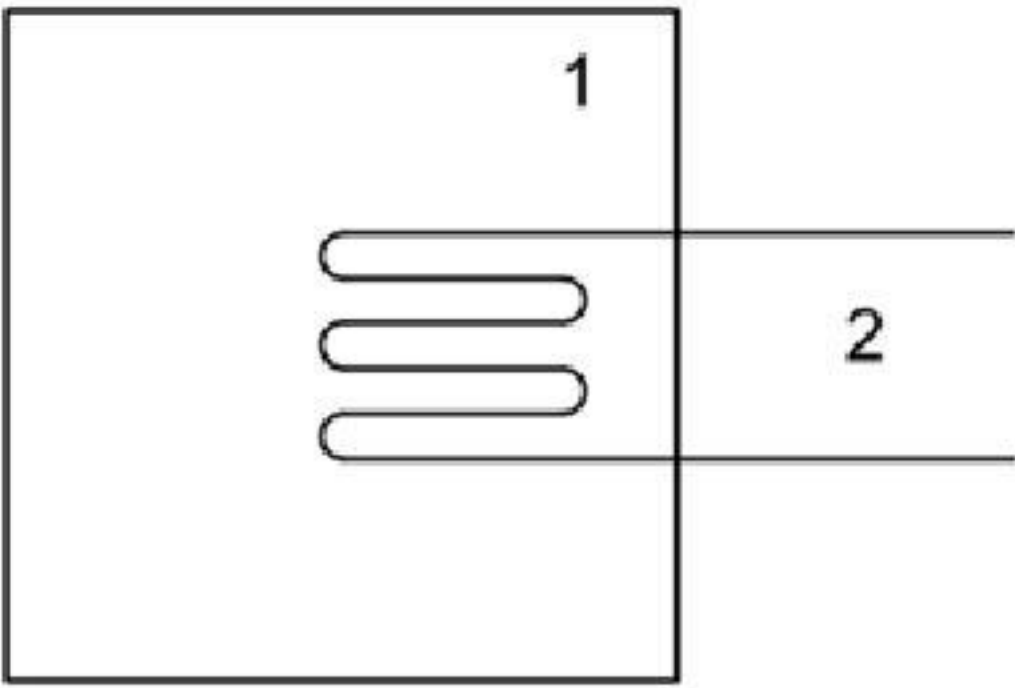
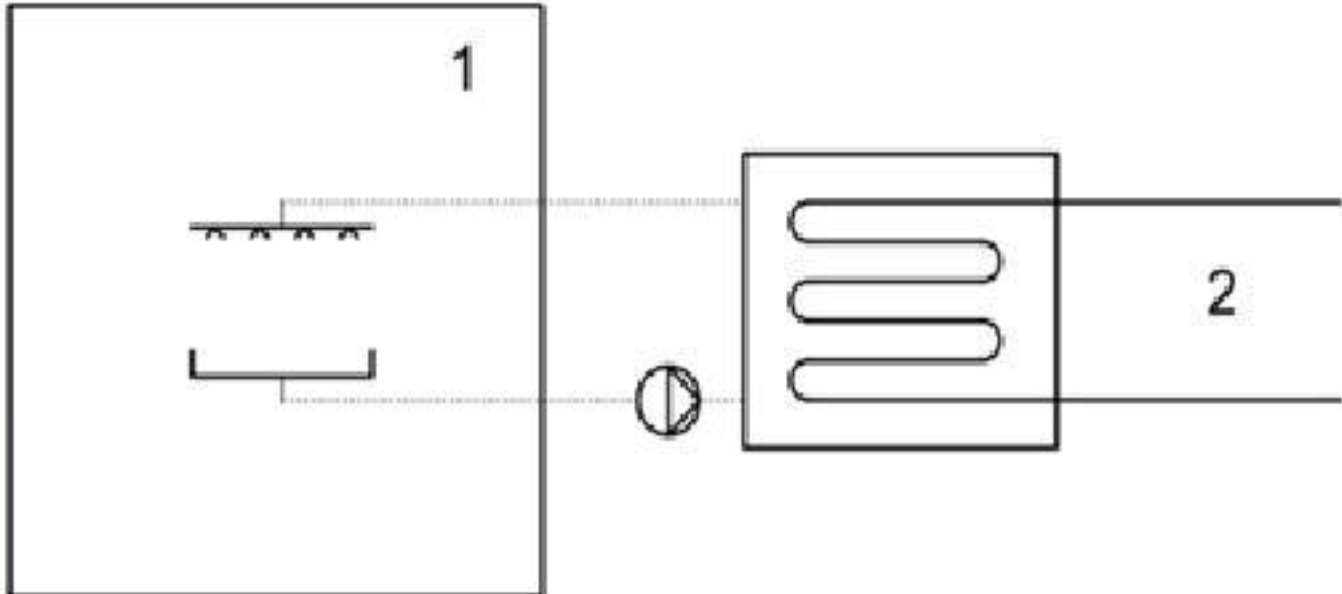
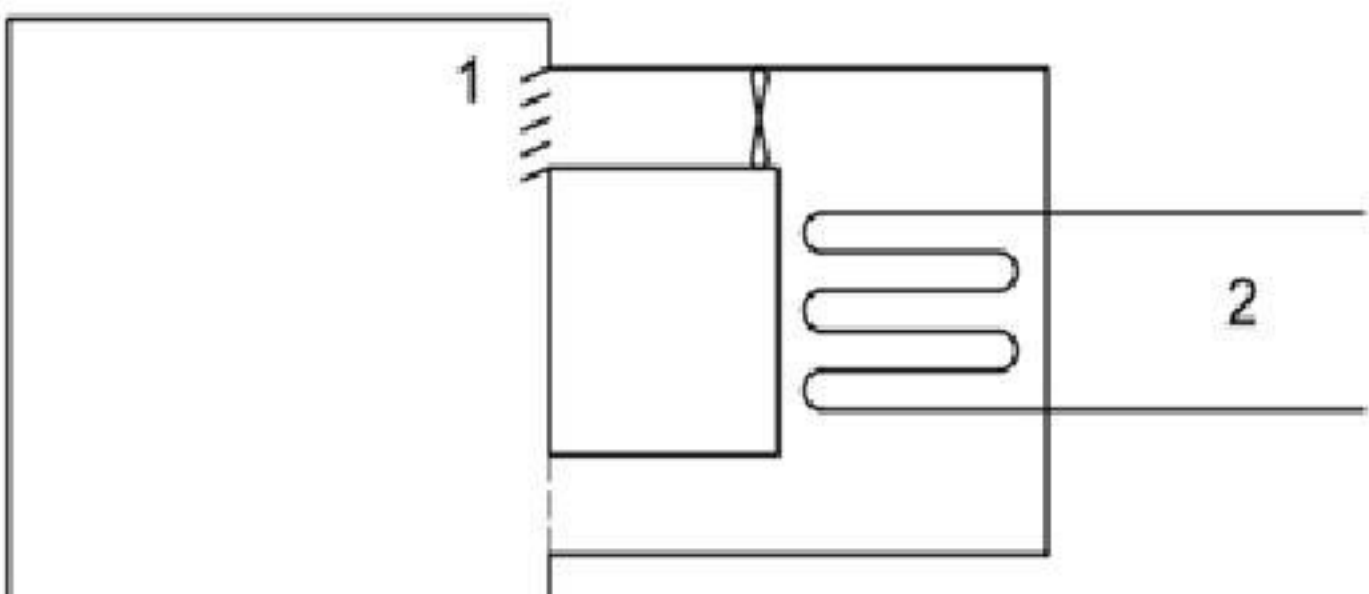
3.45
temperatur kritis(*critical temperature*)
temperatur tertinggi refrigeran yang dapat diembunkan dengan cara menaikan tekanan. Di atas temperatur kritik semua cairan refrigeran dalam sistem akan berubah menjadi uap

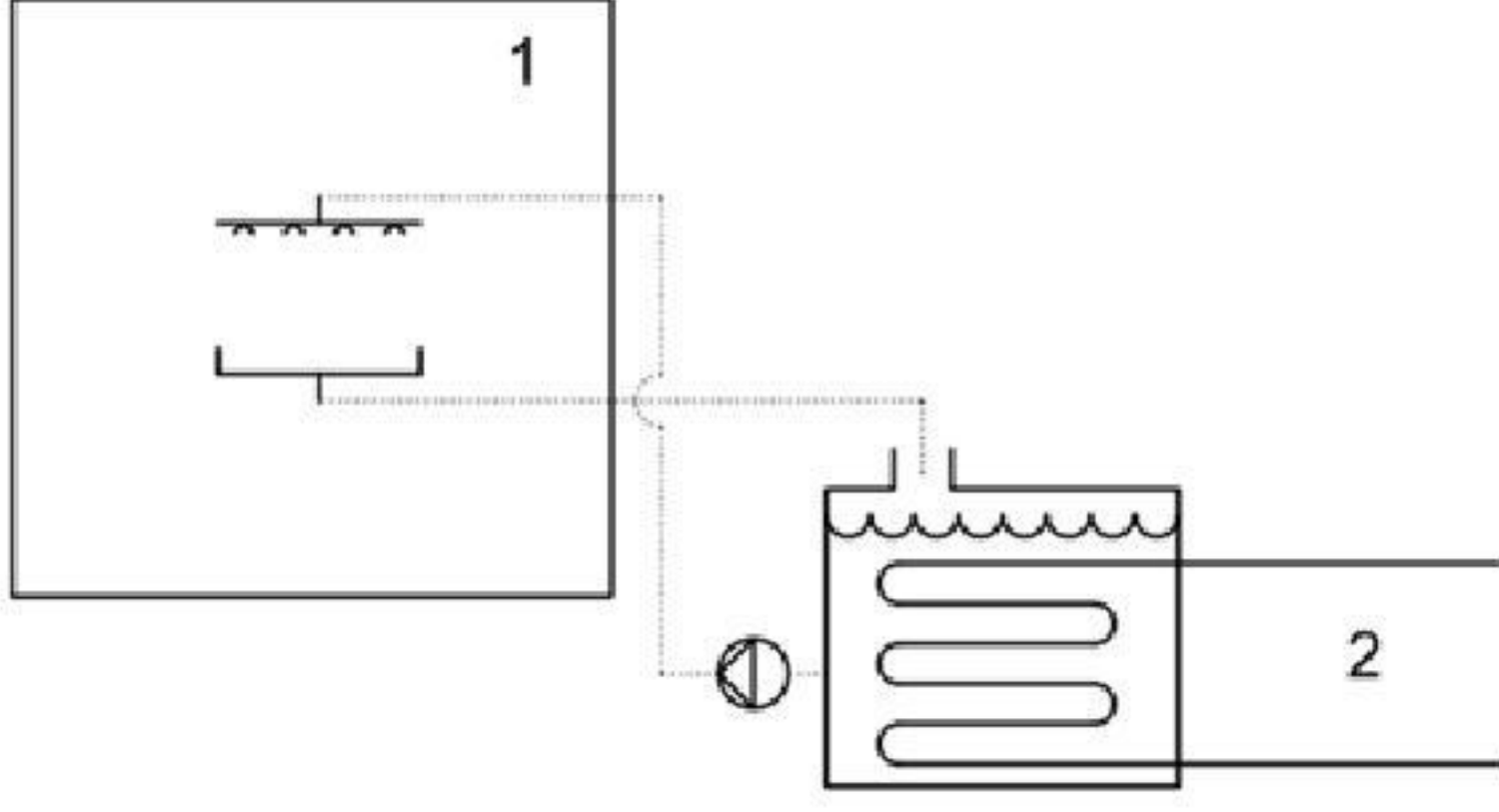
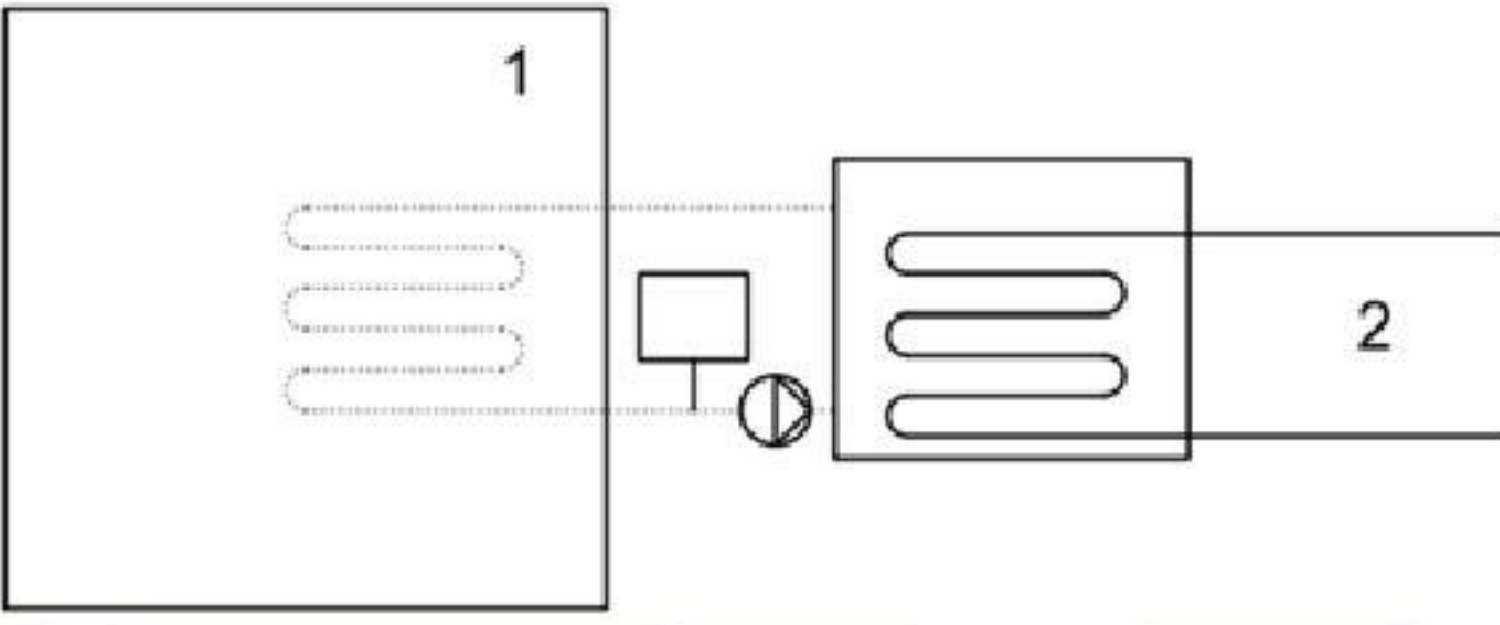
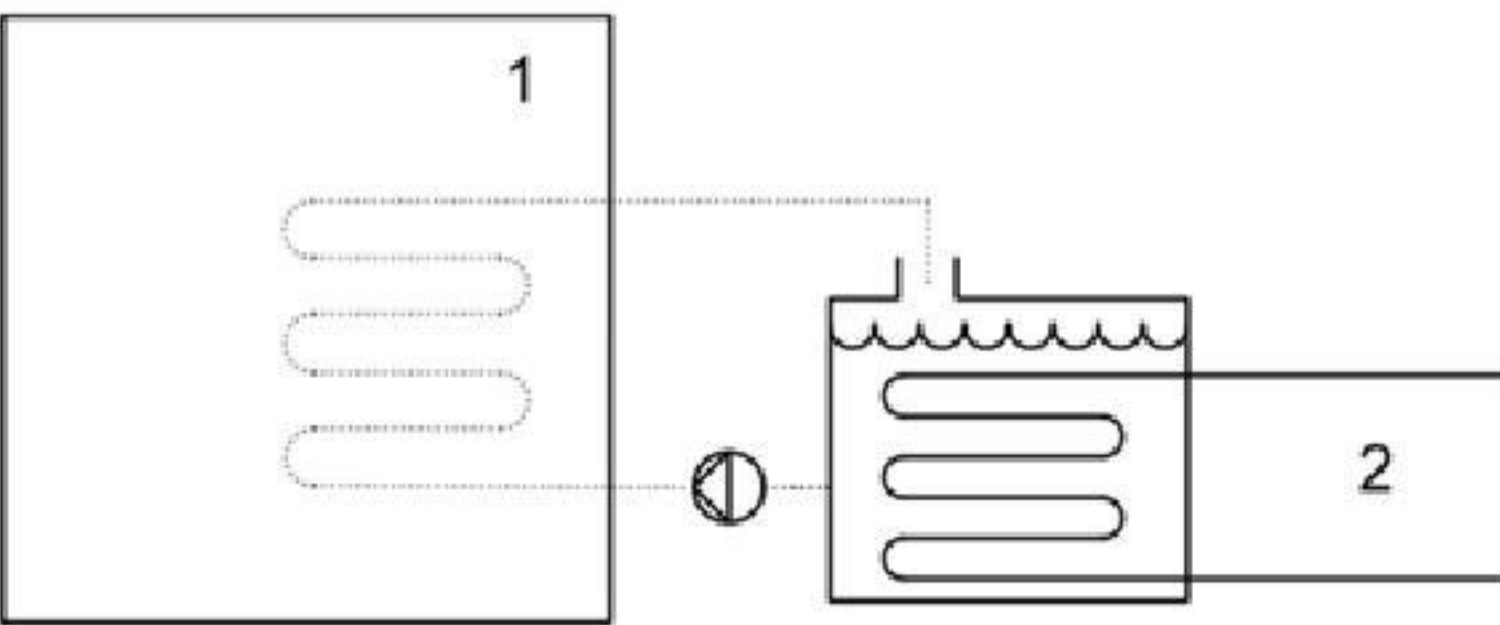
3.46
tingkat racun
potensi racun suatu refrigeran yang dapat membahayakan atau mematikan manusia bila berkontak, menghirup atau menelan refrigeran tersebut

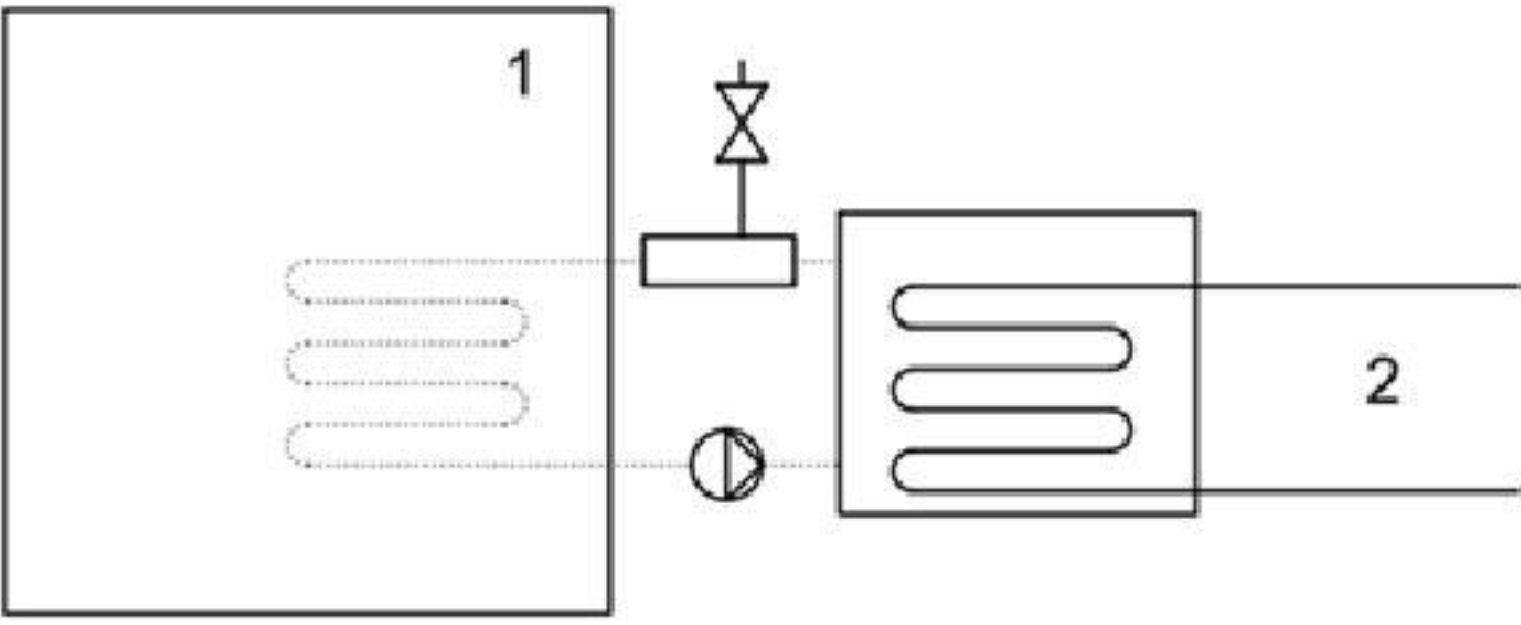
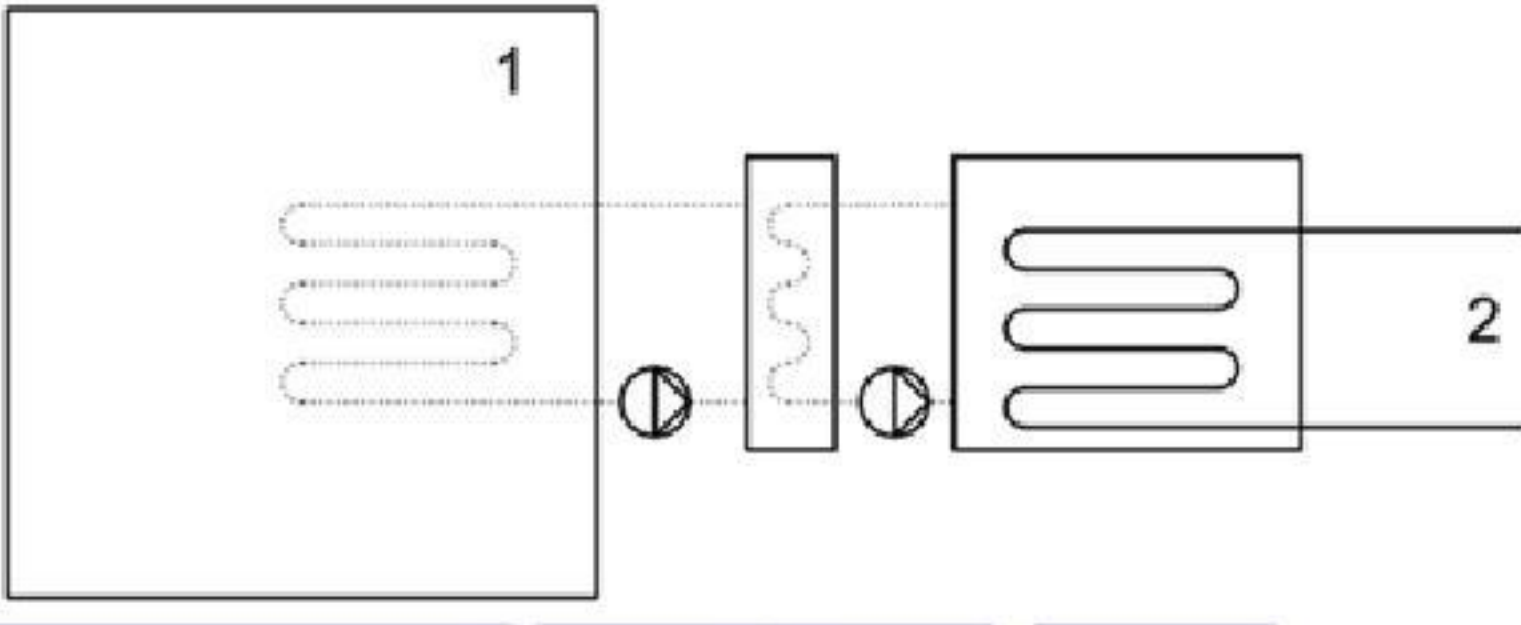
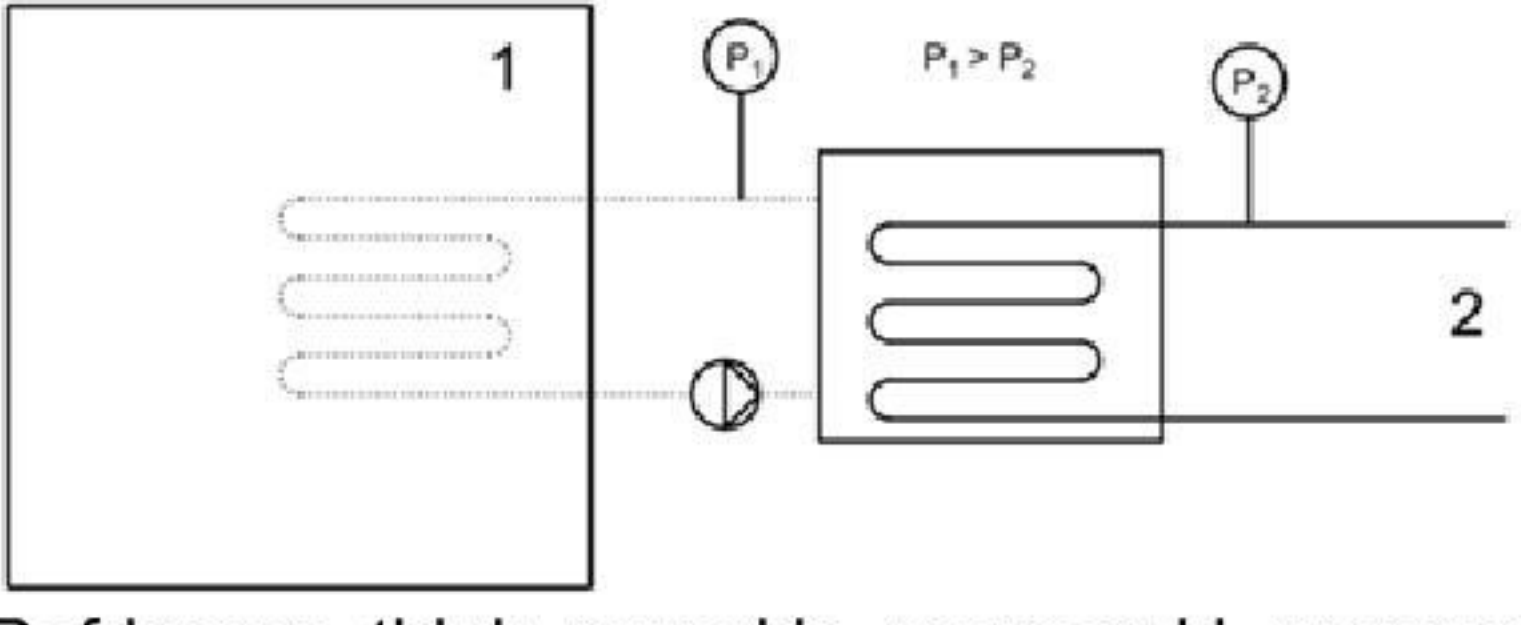
3.47
uji kebocoran
pengujian yang dilakukan dengan memberikan tekanan kepada sistem untuk mengetahui adanya kebocoran

3.48
spesifikasi (*type test*)
pengujian yang dilakukan dengan maksud untuk membuktikan keandalan dan kesesuaian kinerja dari suatu teknik pengolahan atau suatu rancangan

3.49
UFL (*upper flammability limit*) - Konsentrasi maksimum suatu refrigeran dalam campuran udara - refrigeran homogen yang dapat menimbulkan perambatan nyala api pada temperatur 21°C dan tekanan 101 kPa (lihat Lampiran A)

3.50
volume-dalam bruto (*internal gross volume*)
volume bejana yang dihitung berdasar dimensi dalam tanpa memperhitungkan adanya ruang yang ditempat oleh komponen yang ada di dalam bejana tersebut

3.51
Zeotropik
campuran zat-zat yang pada tekanan tertentu; temperatur dan konsentrasi campuran di fasa uap serta cairan akan berubah selama proses penguapan

4 Aturan penggunaan refrigeran

4.1 Jenis sistem pendingin

Sistem pendingin harus diidentifikasi dan termasuk kedalam salah satu sistem yang tertera pada Tabel 1.

Tabel .1 - Jenis sistem pendingin

Spesifikasi Sistem	Tata letak	Rincian
4.1.1 Sistem Langsung (*direct system*) Legenda: 1. Ruang berpenghuni, 2. Komponen mesin yang mengandung refrigeran	Kebocoran dari komponen yang mengandung refrigeran dapat langsung masuk ke dalam ruangan berpenghuni. Biasa juga disebut sistem langsung **Gambar 1 - Sistem Langsung**	Evaporator atau komponen yang mengandung refrigeran berkontak dengan ruangan yang berpenghuni, jika terjadi kebocoran refrigeran terlepas ke ruangan berpenghuni, tidak bergantung pada jenis lokasi sirkit refrigeran. Sistem langsung dapat ditempatkan dalam klasifikasi lokasi I (lihat Sub pasal 4.3.1) atau II (lihat Sub pasal 4.3.2).
4.1.2 Sistem semprot terbuka (*open spray system*) Legenda: 1. Ruang berpenghuni, 2. Komponen mesin yang mengandung refrigeran … Media penghantar panas	Kebocoran dari komponen yang mengandung refrigeran dapat masuk ke dalam ruangan berpenghuni melalu media penghantar panas. Sistem ini masuk kelompok sistem langsung. **Gambar 2 - Sistem Semprot Terbuka**	Evaporator atau komponen yang mengandung refrigeran berkontak dengan media penghantar panas yang berhubungan langsung dengan ruangan yang dihuni. Sistem semprot terbuka dapat ditempatkan dalam klasifikasi lokasi I (lihat Sub pasal 4.3.1) atau II (lihat Sub pasal 4.3.2).
4.1.3 Sistem langsung dengan saluran udara (*direct ducted system*) 1. Ruang berpenghuni, 2. Komponen mesin yang mengandung refrigeran	Kebocoran dari komponen yang mengandung refrigeran dapat masuk ke dalam ruangan berpenghuni melalui udara suplai. Sistem ini masuk kelompok sistem langsung **Gambar 3 - Sistem Langsung dengan Saluran Udara**	Evaporator atau komponen yang mengandung refrigeran berkontak langsung dengan udara yang disuplai ke ruangan yang dihuni. Sistem langsung dengan saluran udara dapat ditempatkan dalam klasifikasi lokasi I (lihat Sub pasal 4.3.1) atau II (lihat Sub pasal 4.3.2).

Tabel .1 (lanjutan)

Spesifikasi Sistem	Tata Letak	Rincian
4.1.4 Sistem semprot terbuka berventilasi (*Open vented spray system*). Legenda: 1. Ruang berpenghuni, 2. Komponen mesin yang mengandung refrigeran, … Media penghantar panas	Kebocoran dari komponen yang mengandung refrigeran dapat masuk ke dalam ruangan berpenghuni melalui media penghantar panas, meskipun sebagian refrigeran yang bocor terlepas ke udara disekitar. Sistem ini masuk kelompok sistem langsung **Gambar 4 - Sistem Semprot Terbuka berventilasi**	Evaporator atau komponen yang mengandung refrigeran berkontak dengan media penghantar panas yang berkontak langsung dengan ruangan yang dihuni. Sistem semprot terbuka berventilasi dapat ditempatkan dalam klasifikasi lokasi I (lihat Sub pasal 4.3.1) atau II (lihat sub Pasal 4.3.2).
4.1.5 Sistem tak langsung tertutup (*Indirect closed system*) Legenda: 1. Ruang berpenghuni, 2. Komponen mesin yang mengandung refrigeran, … Media penghantar panas	Refrigeran hanya mungkin masuk ke ruangan berpenghuni jika pipa refrigeran bocor dan pipa media penghantar panas juga bocor, atau karena pelepasan ke udara sekitar ruang. Sistem ini masuk kelompok sistem tidak langsung. Gambar 5 **-** Sistem tak Langsung Tertutup	Refrigeran berkontak dengan media penghantar panas secara tertutup. Media penghantar panas mengalir dalam lintasan tertutup dan tidak berkontak langsung dengan udara dalam ruangan berpenghuni. Sistem ini dapat ditempatkan dalam klasifikasi lokasi I (lihat sub Pasal 4.3.1) atau II (lihat Sub pasal 4.3.2).
4.1.6 Sistem tak langsung berventilasi (*Indirect vented system*) Legenda: 1. Ruang berpenghuni, 2. Komponen mesin yang mengandung refrigeran, … Media penghantar panas	Kecil kemungkinan refrigeran masuk ke ruangan berpenghuni. Jika pipa refrigeran bocor refrigeran akan terventilasi di luar ruangan yang berpenghuni. Sistem ini masuk kelompok sistem tidak langsung. **Gambar 6 - Sistem tak Langsung berventilasi**	Refrigeran berkontak dengan media penghantar panas secara tertutup. Media penghantar panas mengalir dalam lintasan yang berventilasi di luar ruangan, tidak berkontak langsung dengan udara dalam ruangan berpenghuni. Sistem ini dapat ditempatkan dalam klasifikasi lokasi III (lihat Sub pasal 4.3.3).

Tabel .1 (lanjutan)

Spesifikasi Sistem	Tata Letak	Rincian
4.1.7 Sistem tertutup berventilasi tak langsung (*Indirect vented close system*) Legenda: 1. Ruang berpenghuni, 2. Komponen mesin yang mengandung refrigeran, … Media penghantar panas	Kecil kemungkinan refrigeran masuk ke ruangan berpenghuni. Jika pipa refrigeran bocor refrigeran akan dibuang secara mekanik di luar ruangan yang berpenghuni. Sistem ini masuk kelompok sistem tidak langsung. Gambar 7 **-** Sistem tertutup berventilasi tak langsung	Refrigeran berkontak dengan media penghantar panas secara tertutup. Media penghantar panas mengalir dalam lintasan yang berventilasi mekanik di luar ruangan, tidak berkontak langsung dengan udara dalam ruangan berpenghuni. Sistem ini dapat ditempatkan dalam klasifikasi lokasi III (lihat Sub pasal 4.3.3).
4.1.8 Sistem tak langsung ganda (*Double indirect system*) Legenda: 1. Ruang berpenghuni, 2. Komponen mesin yang mengandung refrigeran, … Media penghantar panas	Refrigeran tidak mungkin memasuki ruangan yang berpenghuni. Sangat tidak mungkin lintasan refrigerant, dan kedua media penghantar panas mengalami kebocoran sekaligus. Sistem ini masuk kelompok sistem tidak langsung. **Gambar 8 - Sistem tak Langsung Ganda**	Refrigeran berkontak media penghantar panas, kemudian media penghantar panas ini berkontak dengan media penghantar panas lainnya. Media penghantar panas yang kedua berkontak dengan udara dalam ruangan yang dihuni. Sistem ini dapat ditempatkan dalam klasifikasi lokasi III (lihat Sub pasal 4.3.3).
4.1.9 Sistem tak langsung tekanan tinggi (*Hgh-pressure indirect system*) Legenda: 1. Ruang berpenghuni, 2. Komponen mesin yang mengandung refrigerant. P_1 = tekanan media P_2 = tekanan refrigeran … Media penghantar panas	Refrigeran tidak mungkin memasuki ruangan berpenghuni. Jika pipa refirgeran bocor maka refrigerant tidak akan keluar ke media penghantar panas karena tekanan media lebih tinggi dari tekana refrigerant. Sistem ini masuk kelompok sistem tidak langsung **Gambar 9 - Sistem tak Langsung tekanan tinggi**	Refrigeran pada tekanan yang lebih rendah berkontak dengan media penghantar panas yang bertekanan lebih tinggi dari tekanan refrigerant. Ruangan yang berpenghuni berkontak dengan media penghantar panas. Sistem ini dapat ditempatkan dalam klasifikasi lokasi III (lihat Sub pasal 4.3.3).

4.2 Klasifikasi ruangan

Ruangan yang dihuni haruslah merupakan salah satu ruangan yang dikategorikan sesuai dengan yang tertulis pada Tabel 2.

Tabel 2 - Klasifikasi jenis ruangan

Kelompok Ruang	Kriteria Umum	Contoh
a	Ruangan, bagian gedung atau gedung dimana: • Orang tidak dapat dengan cepat meninggalkan ruangan karena kondisi fisik orang tersebut, pintu keluar yang terbatas, atau jumlah orang yang banyak, • Penghuni ruang tidak paham dengan prosedur keamanan ruangan. • Ruang tempat orang beristirahat/tidur sehingga tidak cepat sadar jika terjadi bahaya	Ruang publik dari suatu gedung, rumah sakit, ruang pengasingan, rumah jompo, penjara, gedung pertunjukan, pusat pertokoan, supermarket, restoran besar, asrama, hotel, dan rumah tinggal
b	Ruangan, bagian gedung atau gedung dimana: • Terdapat orang dengan jumlah terbatas, • Sebagian dari orang tersebut paham dengan persyaratan dan prosedur keamanan ruangan, • Kondisi ruangan sedemikian rupa sehingga orang yang berada di dalamnya dapat segera sadar jika terjadi bahaya	Perkantoran, restoran kecil, pasar tetapi bukan pusat pertokoan, laboratorium, toko kecil, ruang tempat pembuatan barang dan ruang dimana orang bekerja.
c	Ruangan, bagian gedung atau gedung dimana: • Hanya dapat dimasuki oleh orang-orang tertentu, • Orang-orang tersebut sangat paham dengan persyaratan dan prosedur keamanan ruangan tersebut. • Kondisi ruangan sedemikian rupa sehingga orang yang berada di dalamnya cepat sadar jika terjadi bahaya	Fasilitas produksi dan proses termasuk kimia, makanan, minuman, es, produk susu, peternakan, ruang pendingin, ruang non publik di supermarket, ruang di pabrik.

Jika ruang berpenghuni terisolasi, misalnya tertutup oleh partisi, lantai dan langit-langit, maka berlaku persyaratan untuk kategori kategori jenis ruangan individu pada Tabel 2.

4.3 Klasifikasi lokasi sistem refrigerasi

4.3.1 Kelas I: Mesin refrigerasi berada dalam ruangan berpenghuni.
Contoh: ruang pertemuan, kelas, ruang tidur.

4.3.2 Kelas II: Kompresor berada di dalam ruang mesin atau ruang terbuka.
Jika semua kompresor dan bejana tekan di letakkan pada ruang mesin atau ruang terbuka. Sementara alat penukar kalor, pemipaan termasuk katup-katup dapat diletakkan di ruang berpenghuni. Contoh: *cold storage, chiller* berpendingin udara.

4.3.3 Kelas III: Mesin refrigerasi berada dalam ruang mesin atau ruang terbuka.
Jika semua peralatan/bagian yang mengandung refrigeran berada di dalam ruang mesin atau ruang terbuka. Contoh: *chiller* berpendingin air.

4.3.4 Kelas IV: Mesin refrigerasi berada dalam selubung berventilasi.
Jika semua komponen/peralatan yang mengandung refrigeran berada di dalam selubung berventilasi.

4.4 Persyaratan umum

Aturan penggunaan refrigeran diikhtisarkan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Aturan penggunaan refrigeran bergantung kepada jenis kelompok refrigeran, jenis kelompok sistem pendingin dan jenis kelompok ruangan.

Bagi semua refrigeran, batas jumlah refrigeran yang ditentukan pada Sub Pasal 4.5.1, 4.5.2, dan 4.5.3 berlaku untuk per satu sistem. Jika dalam satu ruangan terdapat beberapa sistem pendingin dengan kapasitas yang berbeda, maka aturan jumlah refrigeran maksimum yang diperkenankan berlaku bagi sistem yang terbesar. Hal ini didasarkan pada pertimbangan bahwa dalam kondisi normal, sangat kecil kemungkinannya semua sistem yang berada dalam ruangan mengalami kebocoran pada waktu yang bersamaan.

Tabel 3 - Ikhtisar aturan muatan refrigeran berdasarkan tingkat racun

Golongan tingkat racun	Kategori okupansi		Klasifikasi lokasi I	II	III	IV
A	a		Batas Tingkat Racun × Volume Ruangan		Tidak ada batasan muatan[a]	Batas muatan harus ditentukan berdasarkan penilaian klasifikasi lokasi I, II, atau III, bergantung pada letak selubung berventilasi.
	b	Lantai atas tanpa pintu emergency atau di bawah lantai dasar	Batas Tingkat Racun × Volume Ruangan	Tidak ada batasan muatan[a]		
		Lainnya	Tidak ada batasan muatan[a]			
	c	Lantai atas tanpa pintu emergency atau di bawah lantai dasar	Batas Tingkat Racun × Volume Ruangan			
		Lainnya	Tidak ada batasan muatan[a]			
B	a		Untuk sistem absorbsi terisolasi, Batas Tingkat Racun× volume ruangan dan tidak lebih dari 2,5 kg, sistem lainnya, Batas Tingkat racun × volume ruangan		Tidak ada batasan muatan[a]	
	b	Lantai atas tanpa pintu emergency atau di bawah lantai dasar	Batas Tingkat Racun × Volume Ruangan	Muatan tidak boleh melebihi 25 kg[a]		
		Kepadatan orang <1 orang per 10 m2	Muatan tidak boleh melebihi 10 kg[a]	Tidak ada batasan muatan [a]		
		Lainnya	Muatan tidak boleh melebihi 10 kg[a]	Muatan tidak boleh melebihi 25 kg[a]		
	c	Kepadatan orang < 1 orang per 10 m2	Muatan tidak boleh melebihi 50 kg[a] dan ada pinti darurat	Tidak ada batasan muatan [a]		
		Lainnya	Muatan tidak boleh melebihi 10 kg[a]	Muatan tidak boleh melebihi 25 kg[a]		

a ISO 5149-3:2014, 5.2 and 8.1.

Tabel 4 - Ikhtisar aturan muatan refrigeran berdasarkan tingkat nyala

Golongan Tingkat		Kategori Okupansi	Klasifikasi lokasi			
			I	II	III	IV
2L	a	Kenyamanan manusia	Menurut A.4 dan tidak lebih dari m_2[a] × 1,5 atau menurut A.5 dan tidak lebih dari m_3[b] × 1,5		Tidak ada batasan muatan[c]	Muatan refrigeran tidak lebih dari m_3[b] × 1,5
		Pemakaian lainnya	Tidak ada batasan muatan[c]			
	b	Kenyamanan manusia	Menurut A.4 dan tidak lebih dari m_2[a] × 1,5 atau menurut A.5 dan tidak lebih dari m_3[b] × 1,5			
		Pemakaian lainnya	Tidak ada batasan muatan[c]			
	c	Kenyamanan manusia	Menurut A.4 dan tidak lebih dari m_2[a] × 1,5 atau menurut A.5 dan tidak lebih dari m_3[b] × 1,5			
		Pemakaian lainnya	Tidak ada batasan muatan[c]			
		< 1 orang per 10 m^2	Tidak ada batasan muatan[c]			
2	a	Kenyamanan Manusia	Menurut Sub Pasal 4.5.4 dan tidak lebih dari m_2[a] × 1,5		Tidak ada batasan muatan[c]	Muatan refrigeran tidak lebih dari m_3[b] × 1,5
		Pemakaian lainnya	Tidak ada batasan muatan[c]			
	b	Kenyamanan Manusia	Menurut Sub Pasal 4.5.4 dan tidak lebih dari m_2[a] × 1,5			
		Pemakaian lainnya	Tidak ada batasan muatan[c]			
	c	Kenyamanan Manusia	Menurut Sub Pasal 4.5.4 dan tidak lebih dari m_2[a] × 1,5			
		Pemakaian lainnya	Tidak ada batasan muatan[c]			
		< 1 orang per 10 m^2	Tidak ada batasan muatan[c]			

Tabel 4 (lanjutan)

3	a	Kenyamanan Manusia		Menurut Sub pasal 4.5.4, 4.5.8 dan tidak lebih dari m_2[a]		Tidak lebih dari 5 kg[c]	Sub pasal 4.5.8 dan muatan refrigeran tidak lebih dari m_3[b]
		Pemakaian lainnya		Tidak ada batasan muatan[c] Sub pasal 4.5.6 dan 4.5.8			
	b	Kenyamanan Manusia		Menurut Sub pasal 4.5.4, 4.5.8 dan tidak lebih dari m_2[a]		Tidak lebih dari 10 kg[c]	
		Pemakaian lainnya		Tidak ada batasan muatan[c], Sub pasal 4.5.6 dan 4.5.8			
	c	Kenyamanan Manusia		Menurut Sub pasal 4.5.4, 4.5.8 dan tidak lebih dari m_2[a]		Tidak ada batasan muatan[c]	
		Pemakaian lainnya	Di bawah tanah	Tidak ada batasan muatan[c], Sub pasal 4.5.6, 4.5.7 dan 4.5.8			
			Di atas tanah	Tidak ada batasan muatan[c],Sub pasal 4.5.6, dan 4.5.8	Tidak ada batasan muatan[c], Sub pasal 4.5.6, dan 4.5.8		

a $m_2 = 26\ m^3 \times LFL$.

b $m_3 = 130\ m^3 \times LFL$.

c ISO 5149-3:—, 5.2 and 8.1 applies.

4.5 Aturan penggunaan refrigeran

4.5.1 Refrigeran A1 diperlakukan menurut aturan muatan berdasarkan tingkat racun saja seperti yang diikhtisarkan pada Tabel 3.

4.5.2 Refrigeran B1 dan B2 diperlakukan menurut aturan muatan berdasarkan tingkat racun saja seperti yang diikhtisarkan pada Tabel 3.

4.5.3 Refrigeran A2L diperlakukan sama dengan refrigerant A1.

4.5.4 Muatan refrigeran maksimum:

$$m_{maks} = 2{,}5 \times LFL^{5/4} \times h_o \times A^{1/2} \quad (1)$$

atau

$$A_{min} = \left(\frac{m}{2{,}5 \times LFL^{5/4} \times h_o}\right)^2 \quad (2)$$

KETERANGAN

m_{maks} = muatan refrigeran maksimum yang diperkenankan, kg;
m = muatan refrigerant dalam sistem, kg;
A_{min} = luas ruangn minimum, m^3;
A = luas ruangan, m^2;
LFL = Low Flammablility Limit, Batas Nyala Bawah, kg/m^3;
h_o = factor tinggi bergantung dari cara pemasangan peralatan;
= 0,6 m untuk pemasangan di lantai (*floor mounted*);
= 1,0 m untuk pemasangan di jendela (*window mounted*);
= 1,8 m untuk pemasangan di dinding (*wall mounted*); dan
= 2,2 m untuk pemasangan di siling (*ceiling mounted*).

4.5.5 Sisi tekanan tinggi sistem harus berada pada ruang mesin atau ruang terbuka.

4.5.6 Jika jumlah refrigeran yang terlepas dan memenuhi ruangan dapat mencapai atau melewati batas praktek yang diperkenankan (Lampiran A), dan ruangan bukan ruang mesin, maka ruangan tersebut harus dilengkapi dengan detektor refrigeran dan ventilasi mekanik yang dioperasikan oleh alarm.

4.5.7 Untuk semua kategori ruangan jika sistem berisi refrigeran lebih dari 2,5 kg dan ruangan diklasifikasikan sebagai Ruang Bahaya Gas 2 (blg 2) sesuai dengan definisinya yang tertera pada PUIL 2011 pasal 820.B.1, maka semua komponen listrik harus memenuhi standard bagi Ruang Bahaya Gas 2 (PUIL 2011 pasal 820.B.2 sampai dengan 820.B.17).

4.6 Refrigeran sekunder

Refrigeran sekunder yang digunakan pada sistem tak langsung pada semua kelompok ruangan haruslah:

(a) tidak mempunyai titik nyala (*flash point*) atau

(b) titik nyalanya lebih besar dari 65 °C

Jika digunakan refrigeran sekunder yang beracun atau dapat terbakar sesuai dengan klasifikasi refrigeran yang telah disebutkan di dalam standar ini, maka penggunaannya harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku bagi refrigeran primer.

4.7 Catatan lain

4.7.1 Kompatabilitas (*compatibility*)

Semua material yang digunakan dalam sistem refrigerasi harus kompatibel (*compatible*) dengan refrigeran yang digunakan.

4.7.2 Sistem kombinasi

Jika sistem refrigerasi merupakan kombinasi dari beberapa sistem atau suatu sistem melayani beberapa ruangan dengan kategori yang berbeda, maka persyaratan yang berlaku adalah persyaratan untuk sistem dan ruangan yang paling berbahaya.

5 Perancangan dan konstruksi

5.1 Tekanan operasi yang diperbolehkan (p_b)

5.1.1 Umum

Sistem harus dirancang sedemikian rupa sehingga tekanan operasi maksimum tidak melampaui p_b baik pada saat sistem sedang beroperasi atau maupun pada saat sistem tidak beroperasi.

Tekanan operasi yang diperbolehkan ditentukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut ini:

(a) Temperatur lingkungan.
(b) Kemungkinan bertimbunnya gas-gas tak terkondensasi.
(c) Seting alat pelepas tekanan
(d) Metoda penghilang bunga es
(e) Aplikasi (sebagai pendingin atau pompa kalor)
(f) Radiasi matahari
(g) Kotoran atau kerak
(h) Operasi pada kapasitas tak penuh dengan kondisi lingkungan ekstrim

Tekanan operasi yang diperbolehkan (p_b) minimal sama dengan tekanan jenuh pada temperatur rancangan minimum yang diberikan pada Sub pasal 5.1.2.

5.1.2 Temperatur rancangan sistem minimum

Bagi semua sistem pendingin, tekanan jenuh yang dimaksud pada Sub Pasal 5.1.1 harus dipilih berdasarkan temperatur rancangan sistem minimum yang tertera pada Tabel 5.

Tabel 5 - Temperatur rancangan sistem minimum

Bagian sistem	Temperatur rancangan sistem minimum
Sisi tekanan tinggi bagi sistem dengan kondensor berpendingin udara	65 ^{o}C
Sisi tekanan tinggi bagi sistem dengan kondensor berpendingin air atau kondensor evaporatif	50 ^{o}C
Sisi tekanan rendah	45 ^{o}C

CATATAN:

1. Untuk sisi tekanan tinggi, temperatur kondensasi dapat dianggap sebagai temperatur rancangan maksimum. Temperatur ini lebih tinggi dari temperatur kompresor apabila sistem tidak beroperasi. Oleh karena itu penentuan p_b berdasarkan tekanan jenuh pada temperatur kondensor adalah memadai.
2. Untuk sisi tekanan rendah atau sisi tekanan antara atau keduanya, cukup memadai untuk menentukan tekanan jenuh sebagai tekanan rancangan pada temperatur pada saat kompresor tidak beroperasi.
3. Suatu sistem dapat dibagi menjadi beberapa bagian dengan tekanan yang berbeda (seperti misalnya sisi tekanan rendah dan tinggi) sehingga pada setiap bagian dapat mempunyai p_b yang berbeda.
4. Tekanan operasi normal dari sistem atau bagian dari sistem harus lebih kecil dari p_b

5.2 Tekanan rancangan

Hubungan antara tekanan operasi yang diperbolehkan dan berbagai tekanan lain dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 - Hubungan antara p_b dengan berbagai tekanan lain

Tekanan	Hubungan
Tekanan uji kekuatan untuk komponen yang dibuat dengan cara cor	$\geq 1,5 \times p_b$
Tekanan uji kekuatan untuk komponen yang dibuat dengan cara lainnya seperti rol atau tarik	$\geq 1,3 \times p_b$
Tekanan rancangan	$\geq 1,2 \times p_b$
Tekanan uji kebocoran (p_l)	$P_b \leq p_l \leq 1,2 \times p_b$
Set alat pembatas tekanan	$\leq 1,0 \times p_b$
Set alat pelepas tekanan	$\leq 1,2 \times p_b$
Alat pelepas tekanan terbuka penuh	$\leq 1,3 \times p_b$

5.3 Sistem unit dan sistem *self –contained*

Bagi sistem unit dan sistem *self-contained* yang berisi tidak lebih dari 2,5 kg refrigeran kelompok A1, atau berisi tidak lebih dari 1,5 kg refrigeran kelompok B1, B2 atau A2 atau berisi tidak lebih dari 1 kg refrigeran kelompok A3 dan jika sisi tekanan rendah tidak dapat diisolasi dari sisi tekanan tinggi, maka diperbolehkan tekanan uji adalah sama dengan p_b bagi sisi tekanan rendah, selama komponen-komponen sisi tekanan tinggi sudah diuji sebelumnya menurut aturan yang dicantumkan dalam Tabel 6.

5.4 Bejana tekan

5.4.1 Umum

Bejana tekan yang digunakan dalam sistem pendingin harus mengikuti standar SNI 05-3563-1994 dan SNI 13-3498-1994.

5.4.2 Kekuatan

Kekuatan dari bejana yang dilindungi oleh *fusible plug* harus dapat menahan, tanpa adanya kebocoran atau pecah, tekanan yang besarnya tiga kali tekanan jenuh pada temperatur yang tertera pada *fusible plug*.

5.4.3 Penyangga

Penyangga dan alas untuk bejana tekan harus dirancang dan ditata sedemikian rupa sehingga dapat menahan baik beban statik maupun beban dinamik (termasuk seismik) yang terjadi, sebagai tambahan terhadap yang disyaratkan oleh standar.

CATATAN:
Beban statik dan dinamik yang dimaksud adalah gaya yang ditimbulkan oleh adanya massa material bejanan, massa isi dan peralatan dalam bejana, beban salju, beban angin, massa pemegang, cabang dan sambungan pipa, dan beban yang ditimbulkan oleh adanya pemuaian atau kontraksi termal.

5.5 Penukar kalor

Penukar kalor harus memenuhi standar nasional atau standar international yang berlaku.

5.6 Pipa dan sambungan

5.6.1 Umum

Pipa, katup dan sambungan yang digunakan dalam mesin refrigerasi harus memenuhi standar nasional dan international yang berlaku. Pertimbangan kekuatan pipa refrigeran, katup-katup dan sambungan harus didasarkan pada tekanan rancangan yang dibahas pada Sub pasal 5.2. Disamping itu tegangan akibat adanya beban dan pengaruh termal juga harus diperhatikan. Jenis material pipa. katup dan sambungan yang digunakan harus didasarkan pada kompatibilitasnya dengan refrigeran dan minyak pelumas.

5.6.2 Efek palu cairan

Jika pada suatu bagian sistem refrigerasi diperkirakan adanya kemungkinan timbulnya efek palu cairan, maka pada pipa, katup dan sambungan pada bagian tersebut harus dirancang sedemikian rupa sehingga kuat menahan beban akibat adanya efek palu cairan.

5.6.3 Perlindungan terhadap pipa, katup dan sambungan

Pipa, katup dan sambungan sedapat mungkin harus dilindungi dari kondisi lingkungan yang merusak dan kemungkinan adanya penumpukan kotoran atau debu. Hal ini dapat dilakukan dengan pengecatan atau penutupan bagian yang diinginkan tidak terkena kotoran atau debu.

5.6.4 Pipa refrigeran yang panjang

Penggunaan pipa refrigeran yang panjang harus memperhitungkan kemungkinan adanya simpangan akibat kontraksi atau ekspansi.

5.6.5 Elemen pipa fleksibel

Elemen pipa fleksibel harus dilindungi terhadap kerusakan yang timbul akibat sebab-sebab mekanik, torsi atau adanya tegangan berlebihan dan harus diperiksa berkala.

5.6.6 Kemungkinan penyalahgunaan

Penyalahgunaan instalasi pipa misalnya digunakan sebagai tangga, rak tempat penyimpanan dsb. harus dihindarkan.

5.6.7 Sambungan Pipa

5.6.7.1 Umum

Sambungan harus dirancang sedemikian rupa sehingga sambungan tersebut tidak mengalami kerusakan akibat adanya air yang beku. Sambungan tersebut harus sesuai dengan ukuran pipa, material pipa serta dapat menahan tekanan dan temperatur fluida.

CATATAN:
1. Sambungan flens lebih baik dibandingkan dengan sambungan *flared*, sambungan ulir atau sambungan jenis kompresi, terutama pada kasus-kasus dimana ada getaran.
2. Sambungan *Snap On* dan *Push On* tidak disarankan untuk kelompok refrigeran B1 dan B2.

5.6.7.2 Sambungan tetap

Sambungan tetap pada pipa harus memenuhi ketentuan berikut:

a. Selama pengelasan atau *brazing*, terbentuknya oksida harus dihilangkan atau dijegah dengan menggunakan pelindung gas mulia (inert);

b. Solder lunak tidak boleh digunakan untuk menyambung pipa, untuk merangkai pipa dan pada tempat dimana akan terdapat sambungan pipa (*fitting*);
CATATAN: Untuk situasi demikian proses *brazing* atau las lebih diutamakan.

c. Proses pengelasan harus sesuai dengan standar dan aturan yang berlaku. Pemilihan proses las harus mempertimbangkan temperatur operasi, material yang akan disambung dan komposisi material pengisi. Sambungan untuk proses las baja harus sesuai dengan material pipa. Pipa berlapis (galvanis) tidak boleh dilas, kecuali seluruh lapisan telah dihilangkan dari daerah sambungan. Sambungan las harus dilindungi dengan baik. Teknisi pengelas harus mempunyai sertifikat keahlian yang memadai;

d. *Brazing* tidak boleh digunakan untuk komponen yang mengandung atau dialiri oleh amonia kecuali material pengisi tahan telah diketahui ketahanananya terhadap amonia. Material pengisi untuk brazing harus sesuai dengan standar dan ketentuan yang berlaku;

e. Pekerjaan penyambungan harus dilakukan oleh personil yang kompeten, dalam hal ini ditinjau dari aspek kesehatan dan keamanan yang dipersyaratkan.

5.6.7.3 Sambungan tak tetap

Sambungan tak tetap harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

a. Sambungan flens harus dibuat sesuai dengan standar dan aturan yang berlaku. Penempatan sambungan flens harus sedemikian rupa sehingga sambungan dapat dilepaskan dengan distorsi pipa yang seminimal mungkin.

   CATATAN:
   1. Utamakan penggunaan flens standar untuk pipa-pipa baja atau flens standar dengan soket berleher ke dalam mana pipa tembaga dimasukan sehingga mempunyai kelonggaran yang sesuai untuk *brazing*.
   2. Sambungan harus pejal dan cukup kuat menahan kemungkinan timbulnya bahaya akibat sekat yang pecah. Untuk mencegah hal ini flens beralur (*groove*)atau berlidah (*tongue*) lebih diutamakan, atau digunakan flens dengan rancangan khusus. Pelepasan sambungan harus dapat dilakukan tanpa harus mendorong komponen-komponen sambungan. Baut pengencang jangan sampai mengalami tegangan yang berlebihan bila dikenai temperatur rendah akibat adanya tegangan awal (*pre-stress*) yang diberikan.

b. Sambungan dengan pipa yang di *flared* harus dibuat seminimal mungkin.

CATATAN:
Pada saat membuat sambungan *flared*, harus diperhatikan bahwa pipa, mur, *nipple* dan *flare* mempunyai dimensi yang sesuai, dan torsi yang diberikan untuk mengencangan mur tidak berlebihan. Hal penting lainnya adalah memberi pelumas pada ulir dan permukaan penyekat sebelum keduanya disambungkan. Harus diperhatikan bahwa pipa yang telah mengalami proses pengerasan (*work-hardening*) tidak boleh di*flare*.

c. Penggunaan sambungan *nipple* dibatasi sebagai berikut:
   i. Pipa cairan : diameter dalam maksimum 32 mm.
   ii. Pipa uap : diameter dalam maksimum 40 mm.

d. Jika sambungan *flared* tidak diinginkan, maka diutamakan untuk menggunakan sambungan dengan menggunakan cincin logam yang terdeformasi (*deformable metal ring*) pada berdiameter sama dengan diameter luar pipa. Diameter pipa maksimum untuk sambungan ini adalah 50 mm.

CATATAN:
Tempat sambungan yang dapat dilepas pada pipa yang terisolasi direkomendasikan untuk diberi tanda pada bagian luar isolasi.

5.6.8 Katup

5.6.8.1 Umum

1. Katup yang dioperasikan dengan tangan dan selalu digunakan secara berkala pada saat mesin beroperasi harus dilengkapi dengan tuas atau pemutar.

2. Pemutaran secara tidak sengaja yang menyebabkan spindel katup, penutup (*covers*), atau *gland packing* keluar dari badan katup harus dicegah.

3. Jika tidak mungkin dilakukan pengencangan atau mengganti sekat/*gland packing* karena katup terhubung dengan daerah bertekanan, maka harus dimungkinkan cara untuk mengisolasi katup dari daerah bertekanan tersebut.

   CATATAN:
   Untuk kasus ini penggunaan *back seating valves* harus dikaji.

5.6.8.2 Pencegahan pengoperasian oleh orang yang tak berwenang

Katup yang tidak akan dioperasikan pada saat sistem sedang beroperasi sebaiknya dirancang sedemikian rupa sehingga katup tidak dapat diputar oleh orang yang tidak berwenang. Hal ini dapat dilakukan dengan penambahan penutup, selubung atau pengunci, yang hanya dapat dibuka oleh orang yang berwenang saja dengan menggunakan alat. Dalam kasus di mana katup harus dioperasikan pada kondisi emergensi, maka peralatan pembuka tadi harus diletakkan dekat dengan katup tetapi harus cukup aman sehingga tidak dapat disalahgunakan.

5.6.8.3 Katup pengisolasi

Katup pengisolasi harus dapat mencegah aliran ke kedua arah bila ditutup. Suatu sistem refrigerasi harus dilengkapi dengan katup pengisolasi untuk meminimisasi bahaya dan kehilangan refrigeran khususnya selama perbaikan atau perawatan atau keduanya.

CATATAN:

1. Katup pengisolasi yang tidak diperlukan pada saat sistem beroperasi (hanya untuk perbaikan atau perawatan saja) tidak harus dilengkapi dengan pemutar atau tuas pemutar. Katup dapat saja dari jenis katup berpenutup (*capped valve*).
2. Lihat Sub pasal 5.7.3.1 mengenai persyaratan yang harus diperhatikan apabila bagian sistem yang harus diisolasi dapat terisi sepenuhnya dengan cairan refrigeran.

5.6.8.4 Katup berpenutup (*capped valves*)

Rancangan katup berpenutup harus sedemikian rupa sehingga refrigeran yang berkumpul di bawah penutup dapat segera keluar setelah penutup dilepaskan.

CATATAN:
Katup berpenutup biasanya digunakan pada sistem dengan refrigeran halokarbon tetapi tidak tepat untuk digunakan pada sistem dengan refrigeran amonia.

5.6.8.5 Katup yang dapat menutup dengan cepat (*rapid closing valves*)

Untuk mengeluarkan oli dari sistem yang menggunakan refrigeran kelompok B salah satu atau kedua peralatan berikut harus digunakan

(a) Katup penutup (*shut-off valve*) dengan roda pemutar dan katup yang dapat menutup dengan cepat dengan penggerak pegas atau beban.

(b) Tabung pengumpul oli (*oil catchpot*) yang dapat mengisolasi dari sistem refrigeran cair, dapat mengeluarkan refrigeran yang terlarut dalam oli dengan aman, dan dapat mengisolasi saluran uap refrigeran sebelum oli dikeluarkan.

CATATAN:
Jika mengeluarkan oli dari kompresor melalui saluran pengeluaran, tekanan sistem perlu diturunkan sampai ke tekanan atmosfir sebelum sumbat saluran dibuka. Dalam hal ini katup yang dapat menutup dengan cepat tidak diperlukan.

5.6.8.6 Terminal penghubung untuk servis

Jika pengisian refrigeran atau pengisian silang dapat membahayakan kehidupan, maka pada sistem dapat dipasang terminal penghubung dengan maksud untuk meminimalkan timbulnya bahaya tersebut.

5.7 Perlindungan terhadap tekanan yang berlebihan

5.7.1 Umum

Setiap sistem refrigerasi harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat melepaskan dengan aman tekanan yang timbul tiba-tiba karena penyebab yang tidak diketahui atau karena sistem terbakar. Dalam hal ini semua sistem harus memenuhi ketentuan yang tertulis dalam Sub pasal 5.7.2 sampai 5.7.5.

5.7.2 Alat pelindung

5.7.2.1 Alat pelepas tekanan *(pressure relief device)*

5.7.2.1.1 Katup pelepas tekanan

Katup pelepas tekanan yang digunakan harus memenuhi standar dan aturan yang berlaku. Katup pelepas tekanan harus dirancang sedemikian rupa sehingga, katup akan merapat lagi

setelah diuji dan setelah beroperasi melepaskan tekanan. Pengatur katup haru disegel setelah dites dan diset. Pada segel harus tertera pembuat katup atau personal yang kompeten dalam hal penyegelan katup. Pada segel atau badan katup harus tertera salah satu dari hal berikut ini:

(a) Tekanan batas serta kapasitas pengeluaran, atau

(b) Tekanan batas, koefisien pengeluaran dan luas penampang aliran.

5.7.2.1.2 *Bursting Disc*

Bursting disc atau *bursting disc device* harus diseleksi dan dipasang berdasar pada standar dan aturan yang berlaku. Piringan (*disc*) harus dipasang secara tepat pada pemegangnya. Diameter dalam saluran sepanjang peralatan harus lebih besar dari penampang lubang terbuka dimana piringandipasang. Pada setiap piringan harus tertera nama pembuat dan tekanan nominal pecahnya piringan. Penulisan hal-hal diatas pada piringan harus dilakukan sedemikian rupa sehingga tidak menggangu kekuatan piringan.

5.7.2.1.3 *Fusible plug*

Temperatur lebur dari material *fusible plug* harus tertera pada bagian yang tidak melebur.

5.7.2.2 Alat pembatas tekanan

Alat pembatas tekanan harus mampu membatasi tekanan sistem agar tidak melampaui batas yang telah ditentukan, yaitu tidak melampaui tekanan operasi yang diperbolehkan.

CATATAN:
Alat pembatas tekanan tidak dapat mencegah kenaikan tekanan jika mesin tidak beroperasi. Saklar mekanik yang biasa digunakan untuk keamanan tidak dapat digunakan untuk keperluan pengendalian.

5.7.3 Penggunaan alat pelindung

5.7.3.1 Perlindungan terhadap sistem refrigerasi

Alat pelepas tekanan harus mulai bekerja pada tekanan yang lebih rendah dari tekanan rancangan. Jika pengeluaran alat pelepas tekanan dimasukan ke sisi tekanan rendah, maka sisi tekanan rendah harus dilengkapi pula dengan katup pelepas tekanan atau *bursting disc* yang pengeluarannya diventilasikan ke tempat yang aman. Kapasitas dari katup pelepas tekanan harus memadai untuk dapat melepaskan tekanan seluruh sistem.

CATATAN:
Pengeluaran refrigeran ke atmosfir harus diartikan sebagai pembuangan ke tempat yang aman dan bebas dari bahaya laten.

Bagian dari sistem yang dapat terisi oleh refrigeran cair dan ada kemungkinan tertutup dan terisolasi dari bagian lain harus dilindungi dari bahaya akibat adanya ekspansi hidrostatik.

5.7.3.2 Perlindungan terhadap komponen mesin

Kompresor jenis perpindahan positif yang mempunyai volume langkah (*swept volume*) lebih dari 25 l/s harus dilindungi dengan alat pelepas tekanan pada sisi tekanan tinggi (*discharge side*). Jika ada kemungkinan katup pelepas terkena tekanan balik, maka rancangan dan set katup harus sedemikian rupa sehingga sepertiga tekanan uji pecah (*rupture pressure type test*) sisi tekanan tinggi kompresor tidak terlampaui. Kemudian, pengeluaran dari alat pelepas

harus dimasukan ke sisi tekanan rendah sistem. Jika sepertiga tekanan uji pecah melampaui tekanan operasi yang diperbolehkan, tekanan bukaan pada alat harus dinyatakan secara jelas pada lembaran panduan/instruksi yang dikeluarkan oleh pembuat alat. Kapasitas pengeluaran katup pelepas tekanan di kompresor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$q_m = q_v \frac{N}{60} \rho \ \eta_v \qquad (3)$$

KETERANGAN

q_m = kapasitas pengeluaran minimum yang diinginkan, dalam kg/s

q_v = perpindahan teoritik, m^3 perputaran

N = kecepatan putar, rpm

ρ =densitas uap jenuh refrigeran pada temperatur paling tidak 10°C atau pada tekanan isap maksimum selama operasi, bergantung mana yang terbesar, dalam kg/m^3

η_v =efisiensi volumetrik kompresor diperkirakan berdasar pada tekanan isap dan keluar yang diberikan

CATATAN:

1. Dalam kasus dimana katup penutup pengeluaran (*discharge shut-off valves*) tidak dipasang, maka pemasangan katup pelepas tekanan pada sisi tekanan tinggi sudah cukup memadai selama tidak ada katup penutup antara (*intermediate shut –off valves*).
2. Kompresor bukan dari jenis perpindahan positif tidak memerlukan alat pelepas tekanan selama tekanan operasi yang diperbolehkan tidak mungkin terlampaui.
3. Pelepas sisi tekanan rendah dapat menyebabkan kompresor panas (*overheating*).
4. Set alat pelepas tekanan kompresor normalnya adalah di atas tekanan operasi yang diperbolehkan sistem. Oleh sebab itu alat ini tidak bioleh dianggap sebagai alat pelindung sistem tetapi hanya alat pelindung komponen dalam hal ini adalah kompresor, kecuali apabila set alat pelepas tekanan adalah sama dengan tekanan operasi yang diperbolehkan sistem.

Kompresor dari jenis perpindahan positif yang dilengkapi dengan alat penutup pengeluaran dan kompresor mempunyai volume langkah lebih dari 25 l/s harus dilindungi dengan alat pembatas tekanan (*pressure cut off*). Pompa dari jenis perpindahan positif pada suatu sistem refrigerasi, harus dilengkapi dengan alat pelepas tekanan pada sisi keluarannya. Pengeluaran dari alat pelepas tersebut harus dimasukan ke sisi tekanan rendah dari sistem tersebut.

5.7.3.3 Perlindungan terhadap bejana tekan

Bejana tekan yang mungkin berisi refrigeran cair dan mungkin akan terisolasi dari bagian lainnya pada suatu sistem refrigerasi harus dilindungi oleh dua katup pelepas tekanan yang dikendalikan oleh alat penukar kendali (*changeover device*), jika bejana tekan berada pada sisi tekanan tinggi.

Jika bejana tekan berada pada sisi tekanan rendah, maka harus dilindungi oleh dua buah katup pelepas tekanan atau dua *bursting disc* keduanya dikendalikan oleh alat penukar kendali (*change over device*).
Salah satu alat pelepas tekanan dan alat penukar kendali dapat ditiadakan untuk kondisi berikut:

(a) Bejana yang volume kotornya lebih kecil dari 300 liter.

(b) Bejana yang pengeluaran katup pelepas tekanannya dimasukkan ke sisi tekanan rendah.

Kedua alat pelepas tekanan dapat ditiadakan untuk kondisi berikut:

(a) Bejana mempunyai diameter dalam lebih kecil dari 152 mm dan dilengkapi dengan *fusible plug*.

(b) Bejana mempunyai diameter dalam lebih kecil dari 76 mm.

Jumlah muatan refrigeran yang dimasukan ke dalam sistem atau bejana yang dilindungi oleh fusible plug tidak boleh melebih 80% jumlah cairan yang diperlukan untuk mengisi sistem atau bejana dengan kerapatan sama dengan kerapatan pada temperatur yang tertera *plug*.*Fusible plug* hanya boleh digunakan pada bejana tekan yang telah diuji sampai dengan tekanan yang ekivalen dengan tiga kali tekanan jenuh refrigeran pada temperatur yang tertera pada *plug*.

5.7.3.4 Perencanaan alat pelindung

Alat pelepas tekanan harus dipasang pada atau dekat dengan bejana tekan atau komponen lain dari suatu sistem refrigerasi yang akan dilindunginya. Alat pelepas tekanan ini harus dipasang di tempat yang mudah dijangkau dan ditempatkan di atas permukaan cairan refrigeran.

Fusible plug harus dipasang pada bejana tekan atau komponen lain yang dilindunginya. *Fusible plug* harus ditempatkan di atas permukaan cairan. *Fusible plug* tidak boleh diisolasi. *Fusible plug* tidak boleh digunakan sebagai alat pelepas tekanan satu-satunya yang bekerja di antara komponen yang berisi refrigeran dan atmosfir bagi sistem-sistem yang mempunyai muatan refrigeran lebih besar dari:

(a) 1,5 kg untuk refrigeran kelompok B2

(b) 1,0 kg untuk refrigeran kelompok A3

Tidak boleh ada katup penutup diantara komponen yang dilindungi dengan alat pelepas tekanan

CATATAN:
Alat penukar kendali hanya digunakan untuk keperluan pengujian dan perbaikan.

Jika pengeluaran alat pelepas tekanan dimasukan ke sisi tekanan rendah, maka berlaku ketentuan berikut :

(i) Alat pelepas tekanan haruslah katup pelepas tekanan dan harus dari jenis yang tidak dipengaruhi oleh tekanan balik;

(ii) Sisi tekanan rendah sistem harus dilengkapi dengan alat pelepas tekanan yang tepat-guna;

(iii) Kapasitas pelepasan katup pelepas tekanan atau *bursting disc* pada sisi tekanan rendah sistem sedemikian rupa sehingga dapat melindungi semua bejana yang terhubung, kompresor dan pompa yang mungkin terkena tekanan berlebihan secara simultan;

(iv) Dudukan pemasangan alat pelepas tekanan harus dibuat sedemikian rupa sehingga alat tersebut dapat dilewatsimpangkan (*bypassed*) atau dilepas tanpa harus kehilangan refrigeran dalam jumlah besar.

Bursting disc tidak boleh digunakan sebagai satu-satunya alat pelepas tekanan pada sisi tekanan tinggi karena operasi dari alat ini akan menyebabkan kehilangan seluruh refrigeran. Untuk mengurangi kehilangan refrigeran pada kondisi operasi normal, bursting disc dapat digunakan secara seri bersama dengan katup pelepas tekanan dan ditempatkan pada sisi masukan (*inlet*) katup. Untuk mengetahui apakah *bursting disc* masih dalam kondisi yang baik maka suatu pengukur tekanan (*pressure gage*) ditempatkan di antara *bursting disc* dan katup pelepas tekanan. *Bursting disc* yang dipasang seperti di atas tidak harus lebih besar tetapi jangan lebih kecil dari penampang masukan katup. *Bursting disc* harus dirancang sedemikian

rupa sehingga tidak ada pecahannya yang akan menghalangi katup pelepasan tekanan atau menghalangi aliran refrigeran.

5.7.3.5 Alat pembatas tekanan tertera (*type tested pressure limiting device*)

Jika terdapat bagian atau komponen dari suatu sistem refrigerasi dapat menimbulkan tekanan berlebihan tetapi tanpa adanya alat pelepas tekanan hanya akan menimbulkan resiko yang kecil, maka pada bagian tersebut dapat dipasang alat pembatas tekanan tertera dengan seting tekanan tetap yang dilakukan di pabrik pembuatnya, asalkan kondisi berikut terpenuhi:

(a) Diperbolehkan untuk menggunakan satu alat pembatas tekanan yang merupakan satu-satunya alat pelindung jika sistem menggunakan refrigeran kelompok A1, tiap kompresor mempunyai volume langkah lebih kecil dari 25 l/s dan muatan refrigeran kurang dari 100 kg;

(b) Diperbolehkan untuk menggunakan satu alat pembatas tekanan dengan set ulang manual dan alat paralel kedua dengan set ulang yang hanya dapat dilakukan dengan menggunakan perkakas, dikombinasikan dengan alat pelepas tekanan kompresor yang keluarannya dimasukkan ke sisi tekanan rendah atau ke tabung penyimpan khusus;

(c) Diperbolehkan menggunakan satu alat pembatas tekanan untuk suatu sistem refrigerasi absorbsi dengan masukan energi panas maksimum 5 kW;

(d) Diperbolehkan menggunakan satu alat pembatas tekanan dengan set ulang yang hanya dilakukan dengan menggunakan perkakas, dan alat pembatas tekanan atau temperatur sebagai alat pembatas tertera (*type tested device*) kedua bagi sistem refrigerasi absorbsi.

CATATAN:
Setelah salah satu alat pelepas tekanan bekerja, apakah mesin masih dapat bekerja dengan baik bukan merupakan suatu persyaratan.

Jika dalam suatu sistem refrigerasi terdapat bejana tekan yang dapat terisi dengan refrigeran cair dan mempunyai diameter dalam nominal 230 mm atau lebih besar, maka alat pelepas tekanan harus dipasang pada bejana tekan tersebut (lihat Sub pasal 5.7.3.3).

5.7.3.6 Pemakaian alat pembatas tekanan

Alat pembatas tekanan tinggi harus dipasang pada semua jenis sistem refrigerasi jika terdapat komponen yang dapat menghasilkan tekanan berlebih melewati tekanan operasi yang diperbolehkan. Namun demikian untuk beberapa kasus di bawah ini alat pembatas tekanan diperbolehkan untuk tidak digunakan. Kasus-kasus tersebut adalah sistem kompresor yang berisi

- tidak lebih dari 2,5 kg refrigeran kelompok A1 atau B1,
- tidak lebih dari 1,5 kg refrigeran kelompok A2 atau B2,
- tidak lebih dari 1 kg refrigeran kelompok A3, atau
- sistem refrigerasi absorbsi,

dan jika salah satu kondisi-kondisi berikut terjadi sebelum tekanan operasi yang diperbolehkan tercapai dan tanpa ada refrigeran yang keluar dari sistem:

(a) Motor kompresor beroperasi secara kontinu dan menghasilkan tekanan yang ajeg (*steady*);

(b) Motor kompresor berhenti secara otomatik jika kelebihan beban;

(c) Masukan energi ke komponen yang dapat menghasilkan tekanan berlebih telah diputuskan oleh alat pengaman beban lebih tertera;

(d) Terdapat bagian dari sistem yang dapat pecah, misalnya pelat katup atau sekat kepala silinder kompresor hermetik;

(e) Katup pelepas tekanan internal yang ada dalam komponen atau sistem terbuka dan melepaskan tekanan dari sisi tekanan tinggi ke sisi tekanan rendah secara otomatik;

(f) Tekanan yang dihasilkan oleh komponen pembangkit tekanan tidak dapat melebihi seperlima tekanan pecah (*bursting pressure*) sistem;

(g) Alat pembatas beban lebih tertera yang ada pada sistem dapat menghentikan komponen yang dapat membangkitan tekanan berlebih sebelum tekanannya mencapai seperlima tekanan pecah (*bursting pressure*) sistem;

(h) Bagian dari sistem dapat melepaskan tekanan dengan aman dan hanya menimbulkan resiko yang kecil.

Alat pembatas tekanan harus dapat menghentikan operasi alat pembangkit tekanan pada batas tekanan berikut ini:

(i) Bagi kompresor jenis perpindahan positif, batas tekanan yang dimaksud adalah tekanan yang tidak melampaui tekanan operasi yang diperbolehkan pada sisi tekanan tinggi sistem.

CATATAN:
Biasanya ditentukan sebesar 90% dari set alat pelepas tekanan (lihat Lampiran C)

(ii) Bagi kompresor yang bukan dari jenis perpindahan positif, tekanan yang dimaksud adalah tekanan yang tidak lebih besar dari tekanan set alat pelepas tekanan.

Alat pembatas tekanan harus dihubungkan dengan komponen pembangkit tekanan dan harus tidak boleh ada katup penutup di antaranya kecuali terdapat alat kedua dan katup penutup merupakan alat penukar kendali atau katup pelepas tekanan atau *bursting disc* yang dipasang pada pembuangan kompresor dari sisi tekanan tinggi ke sisi tekanan rendah sesuai dengan ketentuan pada Sub pasal 5.7.3.3.

Alat pembatas tekanan harus dirancang sedemikian rupa sehingga tidak ada yang dapat mengubah set kecuali orang yang berwenang.

Alat pembatas tekanan dapat dihubungkan dengan rangkaian kendali motor kompresor atau dapat dihubungkan melalui komputer. Namun demikian, kegagalan suplai daya haruslah juga mematikan suplai ke komponen pembangkit tekanan. Jika sinyal dari alat pembatas tekanan ke komputer adalah sinyal analog, maka komputer harus menghentikan kompresor jika sinyal telah mencapai batas atas kisaran luarannya.

5.7.4 Laju pengeluaran refrigeran dari alat pelepas tekanan

5.7.4.1 Kapasitas pengeluaran dari bejana tekan

Kapasitas pengeluaran minimum ekivalen terhadap udara dari alat-alat pelepas tekanan dari setiap bejana tekan dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$C = fDL \quad (4)$$

KETERANGAN:
C = kapasitas pengeluaran minimum yang dibutuhkan dari alat pelepas tekanan dalam kilogram udara per detik,
D = Diameter luar bejana, dalam meter,
L = Panjang bejana, dalam meter,
f = suatu faktor yang bergantung dari jenis refrigeran, dan harganya dapat dilihat dari Tabel 7.

Tabel 7 - Harga faktor *f* untuk berbagai refrigeran

Refrigeran	Harga *f*
Jika digunakan pada sisi tekanan rendah sistem bertingkat dengan muatan refrigeran yang terbatas	
R-170, R-744, R-1150	0,082
R-13, R-13B1, R-503	0,163
R-14	0,203
Jika digunakan pada pemakaian lainnya:	
R-717	0,041
R-11, R-40, R-113, R-123, R-142B	0,082
R-152A, R-290, R-600, R-600A, R-611	0,082
R-764, R-12, R-22, R-114, R-134a	0,082
R-R-401A, R-401B	0,115
R-402A, R-404A	0,180
R-402B	0,156
R-407C	0,131
R-410A	0,197
R-C318, R-500, R1270	0,163
R-115, R-502	0,203

5.7.4.2 Kapasitas pengeluaran dari katup pelepas tekanan

Kapasitas pengeluaran dari katup pelepas tekanan dalam kg/s udara harus ditentukan berdasar pada standar yang berlaku.

5.7.4.3 Kapasitas pengeluaran dari *bursting disc* dan *fusible plug*

Kapasitas laju pengeluaran *bursting disc* atau *fusible plug* yang dikeluarkan ke atmosfir pada kondisi aliran kritik dalam kg/s udara harus ditentukan berdasar pada persamaan berikut:

$$C = 1{,}36 \times 10^{-6} P_l \; d^2 \quad (5)$$

$$d = 857{,}5 \left(\frac{C}{P_l} \right)^{0{,}5} \quad (6)$$

KETERANGAN:
C = laju kapasitas pengeluaran, dalam kilogram udara per detik,

d = diameter dalam pipa masukan terkecil, lubang flens, *fusible plug* atau *bursting disc*, dalam milimeter.

Untuk *bursting disc*:
P_l = pembacaan tekanan gage x 1,1 + 101,33 (kilo pascal).

Untuk *fusible plug*:
P_l = tekanan jenuh absolut pada temperatur lebur *fusible plug* yang tertera atau tekanan kritik refrigeran bergantung mana yang lebih kecil (dalam kilo pascal).

5.7.4.4 Pipa pengeluaran dari alat pelepas tekanan

Pipa pengeluaran harus sesuai dengan standar dan ketentuan yang berlaku.

5.7.4.5 Keamanan pengeluaran

Pengeluaran dari alat pelepas tekanan harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga refrigeran yang keluar tidak membahayakan personil.

CATATAN:
1. Pengeluaran refrigeran dapat dilakukan ke udara atau ke cairan penyerap bergantung pada jenis refrigeran.
2. Cara-cara penanganan buangan refrigeran dapat merujuk pada badan lingkungan hidup setempat.

5.7.5 Tindakan pencegahan terhadap pengaruh lingkungan

Pengaruh lingkungan yang merusak seperti misalnya bahaya adanya air yang terkumpul dan membeku di pipa pengeluaran atau adanya penumpukan debu dan kotoran haruslah diperhatikan dan dicegah.

5.8 Aturan penggunaan alat ukur tekanan

5.8.1 Umum

Jika muatan refrigeran dalam suatu sistem melebihi 3 kg, maka sistem tersebut harus dilengkapi dengan alat pengukur tekanan keluar dan tekanan isap.
CATATAN:
Alat ukur tekanan dengan indikator analog dan digital juga termasuk dalam alat ukur tekanan (*pressure gauge*) yang disebutkan di atas.

5.8.2 Pengujian ulang

Bejana tekan yang memerlukan uji ulang (lihat Sub pasal 7.1.4) harus dipasang alat pengukur tekanan pada saluran yang berbeda dengan saluran pengukur tekanan pada saat pengujian awal.

5.8.3 Selubung pemanas uap

Selubung pemanas dari suatu bejana tekan harus dilengkapi dengan pengukur tekanan dan semua peralatan/perlengkapan yang digunakan untuk mencegah agar tekanan yang terjadi tidak melebihi tekanan rancangan, seperti misalnya katup pereduksi tekanan (*pressure reducing valve*) dan katup pelepas tekanan.

5.8.4 Pembersihan dan penghilangan bunga es

Semua bagian sistem yang harus dibersihkan atau dihilangkan bunga esnya dengan cara pemanasan secara manual harus dilengkapi dengan alat pengukur tekanan kecuali memang sudah tercakup dalam Sub pasal 5.8.1 sampai 5.8.3.

5.9 Penunjuk tinggi muka cairan

Penunjuk tinggi muka cairan jenis kolom harus mempuyai penutup otomatis pada bagian atas dan bawahnya, dan dipasang kaca penduga yang datar, atau tabung kaca yang berada dalam rumah pelindung yang dipasang tetap tidak dapat di lepas pasang.

Tabung kaca penduga yang mempunyai pelindung logam atau pelastik yang dapat dilepas pasang tidak dapat digunakan.

Kaca penduga tipe "mata sapi" (*bull's eye type*) dapat langsung dipasang pada peralatan refrigerasi tanpa harus memliliki penutup otomatik.

CATATAN:
1. Bagi sistem refrigerasi yang memiliki penampung (*receiver*) refrigeran yang dirancang untuk mampu menampung lebih dari 100 kg refrigeran disarankan untuk dipasangan penunjuk atau tranduser tinggi muka cairan untuk memonitor jumlah refrigeran dan kemungkinan adanya kebocoran.
2. Pemilihan jenis penunjuk tinggi muka cairan harus berdasar pada persyaratan yang dibahas pada Sub pasal 8.1.

6 Lokasi dan cara pemasangan sistem refrigerasi

6.1 Jalur pejalan kaki

Suatu sistem refrigerasi tidak boleh dipasang pada tangga atau pada ujung tangga atau pada pintu masuk dan keluar yang biasa dilalui oleh pejalan kaki umum. Penempatan mesin refrigerasi jangan menghalangi pergerakan orang di koridor atau lobi.

6.2 Prosedur keamanan untuk personil yang berada dalam ruang dingin

Ruang dingin harus memenuhi ketentuan keamanan bagi personil sebagai berikut:

(a) Pintu harus dapat dibuka baik dari luar maupun dari dalam;
CATATAN:
Pintu darurat tidak harus dapat dibuka dari dua arah, tetapi hanya dapat dibuka dari dalam saja.

(b) Jika pembukaan pintu dilakukan secara elektrik atau pneumatik, maka pintu tersebut harus dilengkapi juga dengan sistem pembuka manual;

(c) Untuk semua ruang dingin yang hanya memiliki satu pintu dan semua ruangan dengan luas lantai lebih dari 20 m^2 harus dipasang lampu alarm dengan cahaya tetap atau berkedip atau bel alarm yang terlihat atau terdengar diluar ruangan dan dioperasikan dari dalam ruangan melalui tombol yang bercahaya dan diletakkan dekat dengan pintu;

(d) Pada setiap ruang dingin harus ada lampu listrik yang tidak dapat dimatikan dari luar, dan dengan penunjuk lampu di luar ruangan;

(e) Dalam ruang dingin terdapat salah satu dari perlengkapan berikut ini:
- Sebuah kapak dalam setiap ruangan yang ditempatkan di dekat pintu

- Telepon di setiap ruangan
- Pintu darurat yang hanya dapat dibuka dari dalam ruangan
- Suatu jendela darurat yang dapat dibuka dari dalam. Ukuran jendela tersebut cukup untuk dilewati oleh orang dengan mudah.

(f) Terdapat lampu independen yang menunjukkan arah keluar darurat atau tombol alarm.

6.3 Lokasi pipa refrigeran

6.3.1 Umum

Pipa refrigeran harus ditumpu sesuai dengan standar dan aturan yang berlaku. Jalur lintas yang bebas jangan sampai terhalang oleh pipa refrigeran. Jalur pipa harus dipilih sedemikian rupa sehingga gesekan antara pipa dengan penghalang atau pipa lain dapat dicegah. Ruang kosong sekeliling pipa harus cukup untuk melakukan perawatan rutin terhadap komponen, pemeriksaan terhadap sambungan pipa dan perbaikan kebocoran. Pipa refrigeran jangan sampai memasuki lorong lift. Pemasangan pipa refrigeran yang panjang harus memperhitungkan adanya pengaruh kontraksi dan ekspansi. Jika dibenamkan dalam tanah, pipa harus dilindungi dari kemungkinan adanya beban dari kendaraan yang lewat.

6.3.2 Pemasangan pipa di koridor, lobi, ruangan, dan tangga

6.3.2.1 Umum

Jika pipa refrigeran dilewatkan dalam lorong atau saluran, maka pada lorong atau saluran tersebut tidak boleh ada pipa lain, atau kabel listrik kecuali dipasang perlindungan yang cukup terhadap kemungkinan terjadinya kerusakan akibat interaksi antara pipa dengan pipa lain atau kabel listrik tersebut, seperti misalnya timbulnya bunga api atau korosi.

6.3.2.2 Refrigeran A1 dan A2

Pipa yang berisi refrigeran kelompok A1 dan A2 yang terletak pada koridor, lobi atau tangga umum harus diberi pelindung dari kerusakan akibat benturan, khususnya jika berada kurang dari 2 m di atas lantai.

Pipa yang berisi refrigeran dari kelompok A1 dan melewati ruang kategori I, tetapi tidak melayani ruang tersebut harus dipasang dalam saluran tahan api yang terventilasi ke udara luar atau ke ruang dimana sebagian sistem refrigerasi berada, jika muatan refrigeran dalam sistem yang dapat keluar melalui pipa tersebut lebih besar dari yang tertulis pada aturan 1 Sub Pasal 4.5.

6.3.2.3 Refrigeran lainnya

Pipa yang terhubung dengan sistem yang berisi refrigeran kelompok A3 atau B dan jumlah muatan refrigerannya lebih besar dari 1,5 kg tidak boleh ditempatkan di koridor, lobi atau tangga yang dilewati oleh umum atau dalam ruang kategori I.

Dalam ruang kategori II, pipa yang melewati ruangan yang tidak berisi mesin refrigerasi, harus berada dalam saluran tertutup yang kontinyu dan tahan api, serta terventilasi ke udara terbuka atau ke ruang mesin. Yang dimaksud dengan tahan api adalah sesuai dengan peraturan yang berlaku pada bangunan. Untuk refrigeran kelompok A3 pipa refrigeran tidak boleh dipasang pada ruang yang terletak di bawah tanah.

6.3.3 Pencegahan kebakaran

Pipa yang melewati dinding dan langit-langit yang tahan api, harus bisa diisolir untuk menjaga agar api tidak merambat ke ruangan lain. Saluran pipa harus tertutup ke ruangan lain untuk tujuan yang sama.

Saluran berisi pipa-pipa yang didalamnya terdapat refrigeran yang mudah terbakar atau beracun harus berventilasi ke udara luar.

6.4 Mesin dan peralatan yang berada di udara terbuka

Sebagai tambahan persyaratan yang tertulis pada Sub pasal 6.3 sampai 6.5, hal-hal berikut harus diterapkan:

(a) Mesin dan peralatan yang dipasang di udara terbuka harus dirancang khusus untuk keperluan tersebut.

(b) Jika mesin dipasang pada atap gedung, maka tempatnya harus dirancang sedemikian rupa sehingga refrigeran tidak dapat memasuki ruangan gedung apabila ada refrigeran yang bocor.

6.5 Perlindungan terhadap kipas udara dan mesin yang bergerak lainnya

Kipas udara dan mesin yang bergerak lainnya harus dilindungi sesuai dengan standar dan aturan yang berlaku.

6.6 Pipa air

Pipa air tidak boleh dihubungkan langsung dengan sumber air, pembuangan atau selokan air kotor jika diperkirakan bahwa air mengandung kontaminasi yang membahayakan manusia.

6.7 Tata cahaya

Jika mesin dan peralatan pembantu dilengkapi dengan instrumen pengukuran yang diperlukan untuk perawatan dan operasi, maka sistem tata cahaya pada ruangan tersebut harus cukup memadai. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memasang lampu umum atau lokal atau keduanya sesuai dengan kebutuhan.

6.8 Ruang mesin

6.8.1 Umum

Luas sebuah ruang mesin harus sedemikian rupa sehingga semua bagian mesin dapat secara mudah dicapai dan ruang disekitarnya cukup luas untuk melakukan perawatan, pergantian komponen, dan pengoperasian. Jika peletakan mesin di lorong (*gangways*), maka harus ada ketinggian bebas minimal 2 meter dari atas lantai hingga bagian bawah mesin.

Ruang mesin refrigerasi harus mempunyai pintu yang membuka ke arah luar, dan dilengkapi dengan alat yang membuat pintu dapat menutup sendiri, jika pintu membuka ke bagian gedung yang lain.Luas pintu cukup besar sehingga orang yang berada di dalam ruangan dapat dengan mudah keluar pada keadaan darurat.Tidak ada bukaan yang dapat menyebabkan refrigeran keluar dan memasuki bagian lain dari gedung.Ruang mesin harus dilengkapi dengan detektor refrigeran sesuai dengan aturan yang ditulis pada Sub pasal 6.9.

CATATAN:

Ruang mesin dibuat sebagai tempat mesin refrigerasi, tetapi tidak harus berisi mesin ini saja. Namun demikian mesin yang mengeluarkan api seperti boiler tidak boleh disatukan dalam ruangan ini. Jika dalam ruang mesin ini diperlukan kompresor atau mesin pembakaran dalam untuk operasi mesin refrigerasi, maka pengambilan udara harus dilakukan di luar ruangan sedemikian rupa sehingga tidak ada kemungkinan refrigeran yang bocor dapat terisap.

6.8.2 Ventilasi ruang mesin

Ventilasi ruang mesin harus dilakukan dengan ventilasi alamiah atau ventilasi mekanik ke udara terbuka.Daerah dimana terdapat mesin refrigerasi harus diventilasi menurut ketentuan berikut ini:

(a) Laju pertukaran udara dalam ruangan harus cukup untuk memindahkan panas yang keluar dari mesin dan dapat menyediakan udara segar sehingga kesehatan dan keamanan penghuni terjamin. Aturan besarnya lubang ventilasi alam yang disarankan dan sedapat mungkin dipenuhi dapat dilihat pada Tabel 8;

(b) Lintasan aliran udara dan lokasi lubang ventilasi atau lubang saluran udara, harus dapat menjamin bahwa setiap mesin dan peralatan mendapat ventilasi yang cukup, dan harus memperhitungkan massa jenis uap refrigeran;

(c) Jika lokasi mesin secara atmosferik menyatu dengan lokasi penghuni, maka aturan pemilihan sistem harus sesuai dengan yang tertulis pada Sub pasal 6.1;

(d) Jika ventilasi ruang mesin sebagian atau seluruhnya tidak dapat dihindarkan harus berasal dari ruang yang berpenghuni, maka besarnya kapasitas udara ventilasi harus mencukupi sesuai dengan kebutuhan yang disyaratkan pada (a) dan (b) di atas;

(e) Jika ruang mesin diinginkan sebagai ruang mesin yang terisolasi, maka udara ventilasi yang digunakan tidak berhubungan secara atmosferik dengan udara di ruang yang berpenghuni;

(f) Saluran udara buang di luar gedung harus dirancang sedemikian rupa sehingga tidak ada kemungkinan udara buang tersebut memasuki gedung kembali;

(g) Setiap kipas udara yang digunakan sebagai ventilasi mekanik ruang mesin harus dipasang sedemikian rupa sehingga kipas tersebut dapat dikendalikan melalui sistem saklar yang dipasang baik di dalam maupun di luar ruangan. Jika ruangan tidak berada di bawah tanah, maka satu tombol saklar dapat diletakkan di ruang bawah tanah;

(h) Lubang ventilasi yang dibuat melalui dinding berongga harus dibuat sedemikian rupa sehingga gas tidak dapat memasuki rongga tersebut.

6.8.3 Penumpu mesin

Penumpu mesin harus dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menahan beban dan getaran mesin yang ditumpunya.

6.8.4 Ruang mesin khusus

Ruang mesin khusus adalah ruang mesin dengan persyaratan khusus, yaitu ruang mesin yang memenuhi persyaratan pada Sub pasal 6.8.1 sampai 6.8.3 dan persyaratan berikut:

(a) Ruang mesin ini jika terhubungkan dengan ruang lain disebelahnya yang berpenghuni secara permanan atau merupakan ruang umum, maka pintu pengubung harus merupakan pintu yang kedap, mempunyai mekanisme menutup sendiri dan tahan api

dalam waktu tidak kurang dari 1 jam dan konstruksi pintu harus seuai dengan standar dan persyaratan yang berlaku bagi pintu tahan api.

Tabel 8 - Laju udara ventilasi dan dimensi lubang ventilasi

Massa refrigeran di dalam system (kg)	Laju aliran udara ventilasi mekanik (L/s)	Dimensi lubang ventilasi alam (m^2)
10	64	0,045
25	120	0,7
50	190	1,0
100	300	1,4
150	390	1,7
250	550	2,2
300	623	2,4
400	756	2,8
500	875	3,2
700	1.095	3,7
900	1.290	4,2
1.000	1.390	4,4
2.000	2.210	6,25
4.000	3.500	8,85
6.000	4.580	10,85
8.000	5.560	12,5
10.000	6.440	14,0

CATATAN:
Harga-harga pada tabel ini dihitung berdasarkan persamaan berikut:
Laju udara ventilasi mekanik $q = 13{,}9\ m^{2/3}$
Lubang ventilasi alam $A = 0{,}14\ m^{1/2}$
Dimana: m = jumlah muatan massa refrigeran pada sistem refrigerasi yang terbesar, yang terletak di dalam ruang mesin, dalam kilogram.

(b) Ruang disebelah ruang mesin, yang dapat dilalui apabila terjadi keadaan darurat di dalam ruang mesin, harus dilengkapi dengan pintu yang dapat dimasuki dari daerah yang aman sebagi tambahan pintu masuk langsung ke ruang mesin;

(c) Dinding, lantai dan langit-langit yang berhubungan dengan ruang lain disebelah harus kedap;

(d) Semua pipa dan saluran yang menembus dinding, langit-langit dan lantai harus mempunyai sekat yang baik disekeliling pipa dan saluran dengan dinding, siling atau lantai yang ditembus;

(e) Lubang-lubang keluaran jangan diletakkan di bawah pintu atau tangga darurat;

(f) Paling tidak terdapat satu pintu darurat yang membuka ke arah luar, kedap dan mempunyai mekanisme yang dapat menutup pintu dengan sendirinya;

(g) Saklar jarak jauh yang dapat digunakan untuk memutuskan suplai listrik ke peralatan listrik dan tidak terlindung untuk digunakan pada kondisi lingkungan yang mudah menyala, harus diletakkan di luar dan dekat dengan pintu ruang mesin;

(h) Peralatan ventilasi mekanik independen harus dipasang dengan kendali darurat yang juga terpisah, diletakkan di luar dan dekat dengan pintu ruang mesin;

(i) Tidak boleh ada mesin yang menimbulkan nyala api terpasang secara permanen di dalam ruang mesin tersebut.

CATATAN:
Untuk sistem refrigerasi dengan refrigeran kelompok A2, B2, dan A3, harus dilengkapi dengan pelepas ledakan yaitu pada konsentrasi sedikit di bawah LFL.

6.8.5 Perlindungan terhadap bahaya ledakan

Ruang mesin yang digunakan oleh sistem yang menggunakan refrigeran kelompok A2, A3 atau B2 harus dirancang sedemikian rupa untuk dapat mencegah penyalaan atau terjadinya ledakan campuran udara dan refrigeran.

CATATAN:
Panduan pemilihan peralatan listrik diberikan dalam Lampiran D3.

6.8.6 Refrigeran yang mudah terbakar

6.8.6.1 Umum

Bagi refrigeran kelomok A2, A3 dan B2 pembatasan pemakaian yang diberikan pada Bagian 4 harus digunakan. Dalam ruang mesin, jika motor atau perlatan listrik lainnya masih tetap harus dioperasikan meskipun dalam ruangan tersebut terjadi kebocoran refrigeran, maka peralatan tersebut harus memenuhi persyaratan peralatan dalam daerah bahaya ledakan gas (PUIL 2011*)*.

CATATAN:
Petunjuk lebih lanjut diberikan pada Lampiran D. Prosedur evaluasi kemungkinan penggunaan refrigeran A3 pada suatu lokasi yang direkomendasikan diberikan dalam Lampiran E, sedangkan hal-hal yang harus diperhatikan pada konversi refrigeran ke refrigeran kelompok A3 diberikan pada Lampiran F.

6.8.6.2 Amonia

Pada kasus khusus, pada ruang mesin sistem yang menggunakan refrigeran amonia (R-717), harus dilengkapi detektor refrigeran sesuai dengan ketentuan yang disebutkan dalam Sub pasal 6.9. Pelindung peralatan listrik yang khusus tidak diperlukan, kecuali untuk kipas udara ekstraksi dan lampu darurat.

CATATAN:
Petunjuk lebih lanjut dapat dilihat dalam Lampiran F.

6.9 Detektor kebocoran refrigeran

6.9.1 Ruang berpenghuni

Tidak ada ketentuan umum bahwa detektor harus dipasang pada ruang yang dihuni. Dalam kasus dimana detektor refrigeran diperlukan, maka detektor itu harus digunakan untuk mengaktifkan alarm. Alarm harus terdengar baik dari dalam maupun dari luar ruangan yang dihuni.

CATATAN:
1. Detektor refrigeran dipasang dengan maksud untuk dapat memberikan peringatan segera setelah konsentrasi uap refrigeran dalam udara ruangan meningkat. Detektor dapat mendeteksi tingkat kandungan refrigeran atau tingkat kandungan oksigen.
2. Di beberapa industri, terdapat beberapa pekerja yang harus bekerja dekat dengan evaporator dimana refrigeran dalam jumlah banyak berkumpul. Jika terdapat kebocoran di evaporator maka akan terjadi peningkatan konsentrasi refrigeran di daerah kerja tanpa diketahui. Oleh sebab itu direkomendasikan untuk memasang lebih dari satu detektor beserta sistem alarmnya untuk

memberi peringatan adanya refrigeran di udara sebelum konsentrasinya mencapai tingkat yang membahayakan.

6.9.2 Ruang mesin

6.9.2.1 Titik set detektor

Detektor harus dipasang di ruang mesin untuk mengaktifkan alarm sebagai salah satu fungsinya. Detektor harus dapat mengaktifkan sistem alarm pada tingkat konsentrasi refrigeran tidak lebih besar dari batas praktek yang diperkenankan (lihat Pasal 5). Detektor harus dapat mendeteksi refrigeran sampai dengan ± 10% dari batas praktek.

CATATAN:
1. Detektor harus mempunyai sensitivitas yang rendah bagi gas-gas lain yang biasa terdapat di ruang mesin untuk meminimalkan kemungkinan terjadi kesalahan alarm.
2. Batas set biasanya lebih rendah dari batas deteksi yang diinginkan. Hal ini dilakukan dengan maksud untuk memberikan waktu respon yang lebih besar. Namun demikian hal ini sangat bergantung kepada sensitivitas alat deteksi yang digunakan.

Dalam ruang mesin yang tidak terjaga dan berisi sistem dengan refrigeran kelompok B2, detektor harus juga dapat memutuskan hubungan listrik ke semua peralatan, kecuali lampu dan ventilasi darurat, jika konsentrasi refrigeran telah melewati 1/5 dari nilai LFL. Pemutusan hubungan ini terjadi pada pemutus saklar (*circuit breaker*) yang terletak pada tempat yang aman.

6.9.2.2 Lokasi detektor

Konsentrasi refrigeran dalam tiap ruang mesin harus dimonitor pada satu atau beberapa titik dalam ruang dan detektor harus secara tepat ditempatkan agar dapat memberikan peringatan pada kondisi awal terjadinya kebocoran sebelum konsentrasi uap refrigeran mencapai tingkat yang berbahaya.

CATATAN:
Petunjuk lebih lanjut diberikan pada Lampiran G.

6.9.2.3 Penyalaan alarm

Apabila detektor mendeteksi adanya konsentrasi refrigeran yang melebihi batas setnya, maka detektor itu sesuai dengan salah satu fungsinya harus mengaktifkan alarm dalam ruang mesin dan juga di beberapa tempat sedemikian rupa sehingga tindakan penangan darurat dapat segera dilakukan.

6.10 Instalasi listrik

6.10.1 Umum

Rancangan, konstruksi, instalasi, pengujian dan penggunaan peralatan listrik harus memenuhi persyaratan dari badan listrik yang berwenang (PUIL 2011).

CATATAN:
Untuk daerah bahaya ledakan lihat juga petunjuk pada Lampiran D.

6.10.2 Catu daya listrik

6.10.2.1 Catu daya utama

Catu daya listrik untuk sistem refrigerasi harus dilakukan sedemikian rupa sehingga dapat diputus tanpa mengganggu catu daya ke peralatan lain non refrigerasi terutama catu daya ke sistem tata cahaya, dan sistem ventilasi. Catu daya juga harus dapat diputuskan dari tempat yang aman yang tidak mungkin terjangkau oleh refrigeran yang bocor.

6.10.2.2 Ventilasi mekanik

Kipas udara untuk ventilasi ruangan yang berisi mesin refrigerasi harus dilakukan sedemikian rupa sehingga kipas tersebut dapat dikendalikan dengan sistem saklar yang tombolnya berada di dalam atau di luar yang tidak jauh dari pintu, atau jika ruang bukan ruang di bawah tanah, maka satu tombol dapat ditempatkan di lantai bawah tanah.

6.10.2.3 Tata cahaya

Pemasangan lampu secara permanen perlu dilakukan dalam ruang mesin agar cukup terang untuk mengoperasikan mesin dengan aman.Sistem tata cahaya darurat harus dipasang agar dapat melakukan kendali operasi mesin dan pengungsian personil jika sistem tata cahaya normal tidak berfungsi.

6.10.2.4 Sistem alarm

Detektor sistem alarm harus dilengkapi dengan catu daya tambahan misalnya baterai.

6.10.3 Kondensasi

Jika uap air terkondensasi dan ada kemungkinan dapat berkontak dengan selubung yang berisi peralatan listrik, maka selubung harus sesuai dengan standar dan aturan yang berlaku bagi selubung peralatan listrik tahan uap air.

7 Pengujian, inspeksi, dokumentasi, dan penandaan

7.1 Pengujian

7.1.1 Umum

Semua komponen sistem harus diuji tekanan baik secara terpisah maupun secara gabungan dalam suatu bagian sistem yang bertekanan sama, untuk mengetahui kekuatan dan ketahan bocornya.

CATATAN:
Pengujian ini dapat dilakukan di tempat pembuat atau di lokasi pemasangan

Dalam pengujian tekanan tersebut komponen sistem tidak boleh mengalami deformasi permanen. Tekanan uji yang layak dan memadai adalah sebesar tiga kali tekanan rancangan, komponen harus dapat menahan tekanan uji tersebut tanpa pecah.

Peralatan yang digunakan dalam uji tekanan tersebut harus dilengkapi dengan alat pelepas tekanan, alat pembatas tekanan, alat pereduksi tekanan dengan pengukur tekanan, atau alat lain yang mencegah komponen yang diuji mengalami tekanan yang tidak sesuai dengan yang dikehendaki.

CATATAN:
Hubungan antara tekanan operasi yang diperbolehkan, tekanan rancangan, dan tekanan uji dapat dilihat pada Lampiran C.

7.1.2 Pengujian komponen

Uji kekuatan tekanan untuk komponen harus dilakukan pada tekanan uji berikut ini:

(a) Untuk komponen yang dibuat dengan cara cor, paling tidak 1,5 kali tekanan rancangan komponen.

(b) Untuk komponen yang dibuat dengan proses produksi lainnya, paling tidak 3 kali tekanan rancangan komponen.

CATATAN:
Pengukur tekanan dan alat kendali yang digunakan dalam pengujian dan kemungkinan tidak akurat lagi pada tekanan 1,5 kali tekanan operasi yang diperbolehkan harus diuji oleh pembuatnya pada tekanan operasi yang diperbolehkan.

Uji kekuatan tekanan harus dilakukan dengan uji tekanan hidrostatik dengan menggunakan air atau cairan kecuali jika komponen tidak boleh terkena air atau cairan dengan alasan praktis atau teknis. Dalam hal ini pengujian harus dilakukan dengan menggunakan gas yang tepat, gas Nitrogen misalnya atau gas mulia (*inert*).

CATATAN:
Campuran oli/udara adalah sangat berbahaya dan terbentuknya campuran itu harus dihindari dengan cara-cara yang tepat.

Dengan pertimbangan praktis, maka uji tekanan sampai pecah dapat dilakukan secara uji petik satu untuk setiap 500 buah atau satu per paket produksi bergantung mana yang paling kecil.

7.1.3 Pengujian sistem

Sebelum sistem dioperasikan, maka harus dilakukan uji tekanan terhadap sistem tersebut untuk mengetahui kekuatan dan ketahanan bocornya. Pengujian harus dilakukan pada tekanan yang sama dengan tekanan operasi yang diperbolehkan atau sama dengan 1,3 x tekanan operasi yang diperbolehkan asalkan tidak melebihi tekanan pengujian yang dilakukan oleh pembuat masing-masing komponen.

CATATAN:
1. Hal ini menunjukkan bahwa harus dilakukan uji tekanan yang berbeda bagi sistem yang berada pada sisi tekanan rendah dan bagi sistem yang berada pada sisi tekanan tinggi.
2. Campuran udara dengan beberapa refrigeran pada tekanan tinggi dapat menghasilkan campuran yang sagat mudah terbakar. Dalam hal ini informasi dan petunjuk dari pembuat refrigeran diperlukan sebelum dilakukan pengujian.
3. Kompresor, kondensor, evaporator, bejana tekan, alat pengamanan, mekanisme kendali dan seluruh sistem yang uji tekananya sudah pernah dilakukan sebelumnya tidak perlu lagi dilakukan pengujian.

Jika pengujian dilakukan secara pneumatik, maka harus digunakan gas yang tepat, gas Nitrogen misalnya atau gas mulia (inert). Oksigen dan gas yang mudah terbakar lainnya tidak boleh digunakan sebagai media penguji. Karbon dioksida dan refrigeran halokarbon tidak diperkenan digunakan sebagai media penguji pada sistem amonia. Sedangkan amonia tidak boleh digunakan sebagai media penguji pada sistem refriferan halokarbon. Campuran HCFC atau HFC dengan udara tidak boleh digunakan. Selama pengujian harus diperhatikan aspek keamanan dan keselamatan manusia.

CATATAN:
Secara umum bahaya yang ditimbulkan pada pengujian secara pneumatik, dan konsekwensinya jika komponen yang diuji pecah serta besarnya energi yang terkandung di dalam gas yang terkompresi harus dipertimbangkan. Pengosongan personil dari daerah yang dianggap berbahaya, rancangan sistem pelindungan di sekeliling komponen yang diuji, serta sistem pengujian dengan kendali jarak jauh perlu dipertimbangkan dan dirancang sebelum pengujian dilakukan.

7.1.4 Uji ulang tekanan

Uji ulang tekanan harus dilakukan setelah sistem mengalami kegagalan (dan telah diperbaiki) atau akan mengalami pembebanan yang lebih besar dari sebelumnya, atau dipakai untuk keperluan lain dengan beban yang lebih besar.

CATATAN:
Sebelum dilakukan perubahan penggunaan harus dilakukan pemeriksaan dan kaji ulang terhadap rancangan tabung sesuai dengan yang direkomendasikan dalam standar ini.

7.2 Inspeksi

7.2.1 Umum

Setiap sistem harus diperiksa pada kondisi operasi normal untuk keamanan.

CATATAN:
Sistem pemipaan harus diperiksa karena adanya getaran yang berlebihan.

7.2.2 Bejana tekan

Inspeksi bejana tekan harus sesuai dengan ketentuan yang tertulis dalam Standar Nasional Indonesia SNI 13-3498-1994: Inspeksi Bejana Tekan.

7.2.3 Pipa bertekanan

Inspeksi pipa bertekanan harus sesuai dengan ketentuan dan standar yang berlaku.

7.3 Dokumentasi

7.3.1 Sertifikat uji material

Jika diperlukan oleh pembeli atau lembaga pemeriksa, sertifikat uji material harus disertakan dan memenuhi standar yang berlaku.

7.3.2 Serifikat uji kekuatan dan uji ulang tekanan

Setiap sertifikat uji kekuatan dan setiap lembar duplikatnya harus ditandatangani oleh personil yang menyaksikan dan yang bertanggung jawab terhadap uji yang dilakukan.

CATATAN:
Untuk peralatan yang diproduksi secara seri, sertifikat yang dimaksud harus dalam bentuk tanda lolos inspeksi, yang disahkan oleh lembaga uji yang berwenang atau pabrik pembuatnya

7.4 Penandaan

7.4.1 Penandaan sistem refrigerasi yang dipasang atau dimodifikasi di lokasi

Panduan keamanan tentang refrigeran yang digunakan harus dipasang dalam ruang mesin. Sistem refrigerasi yang dipasang dimodifikasi di lokasi harus dipasang pelat permanen yang andal, tahan lama dan berisi tulisan yang jelas terbaca dan sekurang-kurangnya harus berisi informasi berikut:

a. Nama dan alamat pemasang.
b. Tahun pemasangan.
c. Nomor refrigeran, atau jika campuran yang digunakan, nomor tiap refrigeran dan komposisinya.
d. Tekanan operasi sistem yang diperbolehkan.
e. Jumlah muatan refrigeran.
f. Jenis minyak pelumas yang digunakan.
g. Untuk refrigeran yang mudah terbakar, terdapat tanda yang menyatakan hal tersebut.

7.4.2 Penandaan kompresor, sistem unit dan pompa cairan refrigeran

Setiap unit, kompresor (jika kompresor merupakan bagian dari unit, maka yang diberi nomor adalah unitnya) dan pompa cairan refrigeran harus di pasang pelat permanen yang kurang lebih berisi:

a. Nama pembuat atau nama perusahaan penjual, agen dsb.,
b. Jenis tipe atau model,
c. Nomor seri,
d. Untuk sistem unit saja, nomor refrigeran yang digunakan,
e. Untuk sistem unit saja, jumlah massa refrigeran,
f. Tekanan uji dan tekanan operasi yang diperbolehkan; dalam hal kompresor, tekanan keluar maupun masuk harus dinyatakan .
g. Kecepatan putar motor penggerak maksimum (untuk kompresor jenis terbuka dan pompa refrigeran cair saja)
h. Jenis pelumas yang digunakan kecuali telah dinyatakan di lain tempat.

CATATAN: Butir f dan h tidak harus dilakukan bagi mesin refrigerasi rumah tangga jenis hermetik

7.4.3 Penandaan pipa

Pipa harus diberi tanda sesuai dengan aturan, ketentuan dan standar yang berlaku.

7.4.4 Penandaan bejana tekan

Bejana tekan yang tekanan rancangan maksimumnya mencapai 0,05 MPa gage dan perkalian antara volume dalam bruto bejana dalam liter dan tekanan operasi yang diperbolehkan mencapai 25 MPaL, harus disertai tanda atau pelat identifikasi yang berisi informasi berikut:

a. Volume dalam bruto, dan
b. Refrigeran (jika diketahui).

Pelat identifikasi harus melekat pada bejanan tekan secara permanen. Jika pelat tidak lagi dapat terbaca, maka pelat kedua berisi duplikat informasi dari pelat pertama harus diletakkan pada tempat yang dekat dengan pelat pertama.

7.4.5 Penandaan bagian lain

Katup penutup utama dan alat kendali (gas, udara, air dan listrik), alat kendali jarak jauh dan alat pembatas tekanan harus diberi tanda yang jelas.

8 Operasi, perawatan, perbaikan dan konversi refrigeran

8.1 Pengisian dan pengeluaran refrigeran

8.1.1 Pengisian

Refrigeran harus diisikan ke dalam sistem melalui sisi tekanan rendah. Botol pengisi harus segera dilepas dari selang pengisian segera setelah pengisian selesai.

Pada saat pengisian refrigeran, adalah sangat berbahaya mengisi refrigeran ke dalam suatu sistem refrigerasi melebihi muatan massa yang ditentukan, atau mengisi refrigeran bukan dari jenis yang ekivalen dengan yang tertera pada mesin.

Pengisian refrigeran kelompok A3, B1 dan B2 harus dilakukan di udara terbuka atau ruang yang mempunyai cukup ventilasi. Disamping hal di atas untuk kelompok refrigeran A3, tempat pengisian harus berada kurang lebih 2 m dari komponen yang mengeluarkan bunga api listrik.

CATATAN:
1. Semua tempat di sisi hilir dari katup ekspansi sampai dengan kompresor adalah sisi tekanan rendah.
2. Tabung pengisi rerfrigeran yang digunakan adalah tabung refrigeran yang baik dan sesuai dengan ketentuan dan aturan yang berlaku (lihat panduan praktis tatacara penyimpanan refrigeran).
3. Beberapa refrigeran khususnya refrigeran campuran biasanya diisikan ke dalam sistem dalam bentuk cair.
4. Pengisian refrigeran-refrigeran baru harus dilakukan dengan cara yang sesuai dengan yang dianjurkan oleh pembuat refrigeran. Cara-cara tersebut dapat berbeda dengan cara-cara yang biasa dilakukan.

8.1.2 Pengeluaran

Pengeluaran refrigeran dari sistem hanya dapat dilakukan dengan alasan:
1. Sistem kelebihan muatan massa
2. Perbaikan atau penggantian komponen.

Pengeluaran refrigeran harus dilakukan dengan cara yang berdasar pada pertimbangan aspek keamanan dan keselamatan manusia, serta aspek lingkungan lokal maupun global.

Refrigeran kelompok B1 dan B2 tidak boleh dilepas langsung ke udara sekeliling, tetapi harus dimasukan ke dalam tabung penampung atau ke dalam cairan pelarut.

Refrigeran yang dapat merusak lingkungan (lihat ODP dan GWP nya) tidak boleh dilepas ke atmosfer. Refrigeran tersebut harus dimasukan ke dalam tabung penampung.
Refrigeran kelompok A3 dapat di lepaskan ke atmosfer tetapi harus mempertimbangkan aspek keamanan dan keselamatan.

CATATAN:
1. Tangki penampung yang digunakan adalah tabung yang telah menjalani uji tekan.
2. Pemasukan refrigeran ke dalam tangki penampung dapat dilakukan dengan bantuan mesin lain yang memenuhi standar ini.

8.2 Manual/petunjuk pengoperasian dan perawatan

8.2.1 Aturan tentang manual operasi dan perawatan

Kontraktor, pembuat atau penjual mesin refrigerasi harus dapat menyediakan paling tidak satu eksemplar manual/petunjuk pengoperasian dan perawatan yang berisi paling tidak hal-hal yang dituliskan pada Sub pasa l8.2.2.

CATATAN:
Penyediaan manual/petunjuk pengoperasian dan perawatan yang lebih dari satu eksemplar harus dilakukan dengan perjanjian sebelumnya.

8.2.2 Isi manual/petunjuk pengoperasian, perawatan, dan keselamatan

Manual/petunjuk pengoperasian paling tidak berisi hal-hal di bawah ini:

a. Nama, alamat dan nomor telepon pabrik pembuat, agen atau pedagang (*supplier*);

b. Alamat dan nomor telepon biro pelayanan langganan (*customer service*) apabila berbeda dengan yang di atas;

c. Petunjuk lengkap pengoperasian, perawatan dan *servis* sistem dan komponen, yang antara lain berisi:

   i. Deskripsi sistem dan komponen, fungsi serta kegunaanya termasuk skema sistem refrigerasi dan diagram rangkaian listrik.
   ii. Prosedur/cara menjalankan dan mematikan mesin yang normal.
   iii. Cara menghentikan mesin pada keadaan darurat.
   iv. Penyebab kemungkinan gangguan dan cara menanggulanginya.
   v. Petunjuk perawatan.
   vi. Tanda peringatan agar tidak mengisi dengan jenis refrigeran yang salah.
   vii. Persyaratan dan petunjuk pengisian yang sesuai dengan standar ini.
   viii. Persyaratan keamanan tentang tatacara penyimpanan refrigeran penambah dalam ruang mesin (lihat lampiran F dan standar Refrigeran Kelompok A3: Keamanan Pengisian, Penyimpanan, dan Transportasi, SNI ..-….-….).
   ix. Peringatan bahwa penggantian refrigeran dengan refrigeran substitusi hanya dapat dilakukan oleh personal yang berkompeten.
   x. Prosedur yang harus dilakukan apabila terjadi keadaan darurat atau ada orang yang cedera, seperi misalnya prosedur pertolongan pertama.
   xi. Rincian mengenai peralatan pelindung yang disertakan dalam sistem, yaitu
      - pentingnya perawatan rutin terhadap peralatan tersebut,
      - penggantian dan pemakaian untuk memastikan kecepatan dan keefektifan penggunaannya apabila diperlukan.

CATATAN: Butir Vii s/d Xi tidak harus untuk unit refrigerasi rumah tangga.

8.3 peralatan tekanan

Peralatan tekanan (kompresor, atau pompa) harus dioperasikan dan dirawat sesuai dengan aturan serta persyaratan yang berlaku.

8.4 Peralatan pelindung personil

8.4.1 Perlindungan pernafasan

Alat pelindung pernafasan harus disediakan apabila:

a. Sistem menggunakan refrigeran kelompok B2:
   - Satu buah apabila muatan refrigeran kurang dari 225 kg
   - Dua buah apabila muatan refrigeran lebih dari 225 kg

b. Untuk semua sistem: diperlukan paling tidak satu buah alat pelindung pernafasan apabila jumlah muatan refrigeran yang digunakan melampaui 900 kg. Alat bantu pernafasan yang digunakan mempunyai tangki udara sendiri dan harus dapat digunakan paling tidak selama 25 menit;

c. Alat bantu pernafasan yang digunakan adalah dari jenis yang menutupi seluruh muka, dan harus sesuai dengan standar yang berlaku. Jika terdapat zat penetral atau penyaring (*canister*) yang digunakan haruslah dari jenis yang tahan terhadap refrigeran yang ada dalam sistem;

d. Alat bantu pernafasan harus diseleksi, digunakan, diinspeksi dan dirawat sesuai dengan aturan yang berlaku, antara lain:
   - Setiap inspeksi, penggantian komponen atau penggantian seluruh alat harus dicatat.
   - Inspeksi harus dilakukan setiap 3 bulan sekali atau kurang
   - Alat penetral atau alat penyaring (*canister*) harus diganti segera setalah digunakan atau setelah batas masa pakainya tercapai.
   - Tabung udara bertekanan harus diganti atau diisi ulang segera setelah digunakan.

CATATAN:
1. Udara bertekanan yang ada di pabrik atau sejenisnya tidak dapat digunakan untuk keperluan ini.
2. Perlu adanya latihan kepada orang yang akan menggunakan peralatan bantu pernafasan ini.
3. Alat penetral atau penyaring tidak tepat digunakan pada gas konsentrasi tinggi atau dalam waktu yang lama.

8.4.2 Pakaian pelindung

Jika refrigeran yang digunakan adalah amonia dengan muatan massa lebih dari 900 kg, maka satu stel pakaian pelindung harus disediakan untuk setiap satu alat bantu pernafasan. Pakaian pelindung yang digunakan harus sesuai dengan aturan dan standar yang berlaku.

8.4.3 Lokasi penyimpanan

Alat pelindung yang dibahas pada Pasal-pasal di atas harus disimpan pada lemari yang tidak dikunci dan mudah dijangkau, diletakkan di luar tetapi dekat dengan ruang mesin. Lemari yang digunakan adalah lemari yang khusus hanya untuk alat pelindung tersebut saja, tidak digunakan untuk menyimpan barang dan peralatan lain, serta harus secara jelas diberi tanda bahwa lemari tersebut adalah lemari penyimpan alat pelindung.

Bibliografi

[1] ISO 5149: Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements

[2] The Australian Institute of Refrigeration, Air Conditioning and Heating (AIRAH), Flammable Refrigerants – Safety Guide, Industry Guide, 2013.

[3] AIRAH, Refrigerant Handling Code of Practice 2007 part one – Self-contained low-charge systems.

[4] AIRAH, Refrigerant Handling Code of Practice 2007 part two – System other than self-contained low-charge systems.

Lampiran A

Klasifikasi refrigeran dan beberapa data sifat refrigeran

Kel. Refri-geran	*No. Refri-geran* (lihat Cat.5)	Deskripsi	Massa Molar (lihat cat. 4) kg/kmol	Temperatur Kritik, °C	Tingkat Racun		*Tingkat Mampu Nyala*				Batas Praktek (lihat cat. 1 dan 2)	Temp. Auto Ignition	*Lingkungan* (lihat cat.3)	
					LC_{50}	*TWA*	*LFL*		UFL					
					ppm	Ppm	% V/V	kg/m^3	% V/V	kg/m^3	*kg/m^3*	*°C*	GWP	*ODP*
A1	R-11	*Trichorofluoromethane*	137,4	198,0	26 200	1 000	-	-	-	-	0,3	>750	4 000	1
A1	R-12	*Dichlorodifluoro*	120,9	111,8	800 000	1 000	-	-	-	-	0,5	>750	8 500	0,9
A1	R-12B1	*Bromochlorodifluoromethane*	165,4	153,8	100 000	-	-	-	-	-	0,2	-	-	5,1
A1	R-13	*Chlorotrifluoromethane*	104,5	28,8	800 000	-					0,5	-	13 000	1
A1	R-13B1	*Bromotrifluoromethane*	148,9	67,0	770 000	-	-	-	-	-	0,6	-	4900	10 - 16
A1	R-22	*Chlorodifluoromethane*	86,3	96,2	220 000	1 000	-	-	-	-	0,14	632	1 700	0,04
A1	R-23	*Trifluoromethane*	70,0	26,3	663 000	1 000	-	-	-	-	0,68	765	11 700	0
A1	R-113	*1,1,2-trichloro 1,2,2-trifluoroethane*	187,4	214,1	52 500	1 000	-	-	-	-	0,40	680	5 000	0,9
A1	R-114	*1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoroethane*	170,9	145,7	600 000	1 000	-	-	-	-	0,70	750	9 200	0
A1	R-115	*2-chloro-1,1,1,2,2-tetrafluoroethane*	154,5	79,9	800 000	1 000	-	-	-	-	0,60	880	9 320	0,4
A1	R-123	*1,1-dichloro-2,2,2-trifluoroethane*	152,9	183,7	32 000	10 – 30	-	-	-	-	0,010	730	93	0,14

Kel. Refri-geran	***No. Refri-geran*** (lihat Cat.5)	**Deskripsi**	**Massa Molar (lihat cat. 4) kg/kmol**	**Temperatur Kritik, °C**	**Tingkat Racun**		***Tingkat Mampu Nyala***				**Batas Praktek** (lihat cat. 1 dan 2)	**Temp. Auto Ignition**	***Lingkungan*** (lihat cat.3)	
					LC_{50}	*TWA*	*LFL*		**UFL**					
					ppm	**Ppm**	**% V/V**	**kg/m³**	**% V/V**	**kg/m³**	*kg/m³*	*°C*	**GWP**	*ODP*
A1	R-124	*2-chloro-1,1,1,2-tetrafluoroethane*	136,5	122,5	262 500	1 000	-	-	-	-	0,11	637	480	0,03
A1	R-125	*Pentafluoroethane*	120,0	66,3	800 000	1 000	-	-	-	-	0,39	733	2 800	0
A1	R-134a	*1,1,1,2-Tetrafluoroethane*	102,0	101,1	567 000	1 000	-	-	-	-	0,25	743	1 300	0
A1	R-218	*Octafluoropropane*	188,0	71,9	110 000-	1 000	-	-	-	-	1,84	-	7 000	0
A1	R-C318	*Octafluorocylobutane*	200,0	115,3	-	-	-	-	-	-	0,81	-	5 279	0
A1	R-500	R-12 (73,8%) + R-152a (26,2%)	99,3	105,5	-	1 000	-	-	-	-	0,40	386	5 210	0,545
A1	R-501	R-12 (25%) + R-22 (75%)	93,1	103,8	-	1 000	-	-	-	-	0,38	637	2 890	0,19
A1	R-502	R22(48,8%) + R115 (51,2%)	111,6	82,2	200 000	1 000	-	-	-	-	0,45	704	4 510	0,173
A1	R-503	R-13(59,9%) + R-23(40,1%)	87,3	19,5	-	1 000	-	-	-	-	0,35	750	11 900	0,50
A1	R-507	R-125(50%) + R-143a (50%)	98,8	70,9	540 000	1 000	-	-	-	-	0,49	728	3 900	0
A1	R-508A	R-23 (39%) + R-114 (61%)	100,0	23,1	-	1 000	-	-	-	-	-	-	12 300	0
A1	R-509A	R-22(44%) + R-218 (56%)	123,9	86,9	-	1 000	-	-	-	-	-	-	3 660	0,025
A1	R-718	Air	18,0	374,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
A1	R-744	CO_2	44,0	31,1	-	5 000	-	-	-	-	0,1	>750	1	0
A1/A1	R-401A	R-22(53%) + R-152a(13%) + R-124(34%)	94,4	108,0	230 000	800	-	-	-	-	0,13	681	112	0,03
A1/A1	R-401B	R-22(61%) + R-152a(11%) + R-124 (28%)	92,8	106,1	230 000	840	-	-	-		0,13	685	1230	0,032

Kel. Refri-geran	*No. Refri-geran* (lihat Cat.5)	Deskripsi	Massa Molar (lihat cat. 4) kg/kmol	Temperatur Kritik, °C	Tingkat Racun		*Tingkat Mampu Nyala*				Batas Praktek (lihat cat. 1 dan 2)	Temp. Auto Ignition	*Lingkungan* (lihat cat.3)	
					LC_{50}	*TWA*	*LFL*		UFL					
					ppm	Ppm	% V/V	kg/m^3	% V/V	kg/m^3	*kg/m^3*	*°C*	GWP	*ODP*
A1/A1	R-401C	R-22(33%) + R-152a(15%) + R-124 (52%)	101,0	112,7	-	-	-	-	-	-	0,12	-	870	0,027
A1/A1	R-402A	R-125(60%) + R-290(2%) + R22(38%)	101,5	75,5	300 000	-	-	-	-	-	0,22	723	2 380	0,018
A1/A1	R-402B	R-125(38%) + R-290 (2%) + R22 (60%)	94,7	82,6	300 000	-	-	-	-	-	0,18	641	2 080	0,260
A1/A1	R-403A	R-22(75%) + R-218(20%) + R-20 (5%)	92,0	93,3	-	1 000	-	-	-	-	0,17	-	2 040	0,032
A1/A1	R-403B	R-22(56%) + R-218(39%) + R-290 (5%)	103,2	90,0	-	1 000	-	-	-	-	0,21	-	2 640	0,027
A1/A1	R-404A	R-12(44%) + R-123a(52%) + R-134a(4%)	97,6	72,1	500 000	1 000	-	-	-	-	0,48	728	3 850	0
A1/A1	R-405A	R-22(45%)+R-152a(7%)+R-142b(5,5%)+R-C318(42,5%)	111,9	106,1	-	-	-	-	-	-	-	-	3 330	0,026
A1/A1	R-407A	R-32(20%) + R-125 (40%) + R-134a(40%)	90,1	82,8	-	-	-	-	-	-	0,33	685	1 620	0
A1/A1	R-407B	R-32(10%) + R-125 (70%) + R-134a (20%)	102,9	75,8	-	-	-	-	-	-	0,35	723	2 300	0
A1/A1	R-407C	R-32(23%) + R-125 (25%) + R-134a (52%)	86,2	87,3	-	1 000	-	-	-	-	0,35	704	1 370	0
A1/A1	R-407D	R-32(15%) + R-125 (15%) + R-134a (70%)	90,9	102,4	-	1 000	-	-	-	-	-	-	1 800	0
A1/A1	R-408A	R-125(7%) + R-143 (46%) + R-22 (47%)	87,0	83,5	-	1 000	-	-	-	-	0,23	698	3 060	0,019
A1/A1	R-409A	R-22(60%) + R-124 (25%) + R-142b (15%)	97,4	107,0	-	-	-	-	-	-	0,11	704	1 530	0,040

Kel. Refri-geran	***No. Refri-geran*** (lihat Cat.5)	**Deskripsi**	**Massa Molar (lihat cat. 4) kg/kmol**	**Temperatur Kritik, °C**	**Tingkat Racun**		***Tingkat Mampu Nyala***				**Batas Praktek** (lihat cat. 1 dan 2)	**Temp. Auto Ignition**	***Lingkungan*** (lihat cat.3)	
					LC_{50}	*TWA*	*LFL*		**UFL**		*kg/m^3*	*°C*	**GWP**	*ODP*
					ppm	**Ppm**	**% V/V**	**kg/m^3**	**% V/V**	**kg/m^3**				
A1/A1	R-409B	R-22(65%) + R-124 (25%) + R-142b (10%)	96,7	116,0	-	-	-	-	-	-	0,12	698	1 510	0,039
A1/A1	R-410A	R-32(50%) + R-125(50%)	72,6	72,7	-	-	-	-	-	-	0,44	-	1 890	0
A1/A1	R-508B	R-23 (46%) + R-116 (54%)	95,3	14,0	-	1 000	-	-	-	-	-	>750	12 200	0
A1/A2	R-406A	R-22(55%) + R-142b(41%) + R-600a(4%)	89,9	114,5	-	-	WFF	-	WFF	-	0,10	-	1 700	0,041
A1/A2	R-411A	R-22(89,5%)+R-152a(9,5%)+R-1270(1,0%)	82,4	98,6	-	-	-	WFF	-	WFF	-	-	1 440	0,33
A1/A2	R-411B	R-22(94%)+R-152a(3%) + R-1270 (3%)	83,1	96,5	-	-	-	WFF	-	WFF	-	-	1 540	0,36
A1/A2	R-412A	R-22 (60%) + R-1426 (25%) + R-218 (15%)	92,2	104,8	-	-	-	WFF	-	WFF	-	-	1 900	0,041
A1/A2	R-413A	R-218(9%) + R-134a(88%) + R-600a(3%)	103,9	101,3	-	-	-	WFF	-	WFF	-	-	1 510	0
A2	R-30	*Methylene chloride*	84,9	237,0	14 000	50	12,0	0,417	22,0	0,764	0,017	662	9	0
A2	R-32	*Difluoromethane*	52,0	78,2	760 000	1 000	12,7	0,270	33,4	0,710	0,054	648	650	0,85
A2	R-50	*Metana*	16,0	- 82,5	-	1 000	4,9	0,032	15,0	0,098	0,006	645	21	0
A2	R-141b	*1,1-dichloro-1-fluoroethane*	117,0	204,4	62 000	500	5,6	0,268	17,7	0,847	0,053	532	630	0,10
A2	R-142b	*1-chloro-1,1-difluoroethane*	100,5	137,2	128 000	1 000	6,0	0,247	18,0	0,740	0,049	632	2 000	0
A2	R-143a	*1,1,1-trifluoroethane*	84,0	73,6	540 000	1 000	7,0	0,244	16,1	0,553	0,048	750	3 800	0
A2	R-152a	*1,1-difluoroethane*	66,0	113,3	383 000	1 000	5,1	0,137	17,1	0,462	0,027	455	140	0
A2	R-160	*Ethylchloride*	64,5	186,6	-	1 000		0,095	14,8	0,390	0,019	510	3	-

Kel. Refri-geran	***No. Refri-geran*** (lihat Cat.5)	**Deskripsi**	**Massa Molar (lihat cat. 4) kg/kmol**	**Temperatur Kritik, °C**	**Tingkat Racun**		***Tingkat Mampu Nyala***				**Batas Praktek** (lihat cat. 1 dan 2)	**Temp. Auto Ignition**	***Lingkungan*** (lihat cat.3)	
					LC_{50}	*TWA*	*LFL*		**UFL**					
					ppm	**Ppm**	**% V/V**	**kg/m³**	**% V/V**	**kg/m³**	*kg/m³*	*°C*	**GWP**	*ODP*
A2	R-1130	*1,2-Dichloroethylene*	96,9	2141,1	32 000	200		0,246	15,0	0,595	-	458	-	-
B2	R-611	*Methylformate*	60,0	214,0	-	-	5,0	0,123	28,0	0,687	0,012	456	-	0
B2	R-717	*Amonia*	17,0	133,0	4067	4067	15,0	0,104	28,0	0,195	0,00035	630	1	0
A3	R-170	*Ethane*	30,0	32,2	-	-	3,3	0,037	10,6	0,190	0,008	515	3	0
A3	R-290	*Propana*	44,1	125,2	-	-	2,1	0,038	9,6	0,171	0,008	450	3	0
A3	R-600	*Butana*	58,1	152,0	280 000	280 000	1,5	0,036	10,1	0,202	0,008	430	3	0
A3	R-600a	*Isobutana*	58,1	135,0	520 000	520 000	1,7	0,043	9,7	0,202	0,008	530	3	0
A3	R-1150	*Ethylene*	28,1	9,3	220 000	220 000	3,0	0,031	25,0	0,391	0,006	490	3	0
A3	R-1270	*Propylene*	42,1	92,4	400 000	400 000	2,5	0,043	10,1	0,174	0,008	455	3	0
A3	E-170	*Dimethylether*	46,0	128,8	164 000	164 000	3,4	0,064	26,0	0,489	0,011	235	3	0

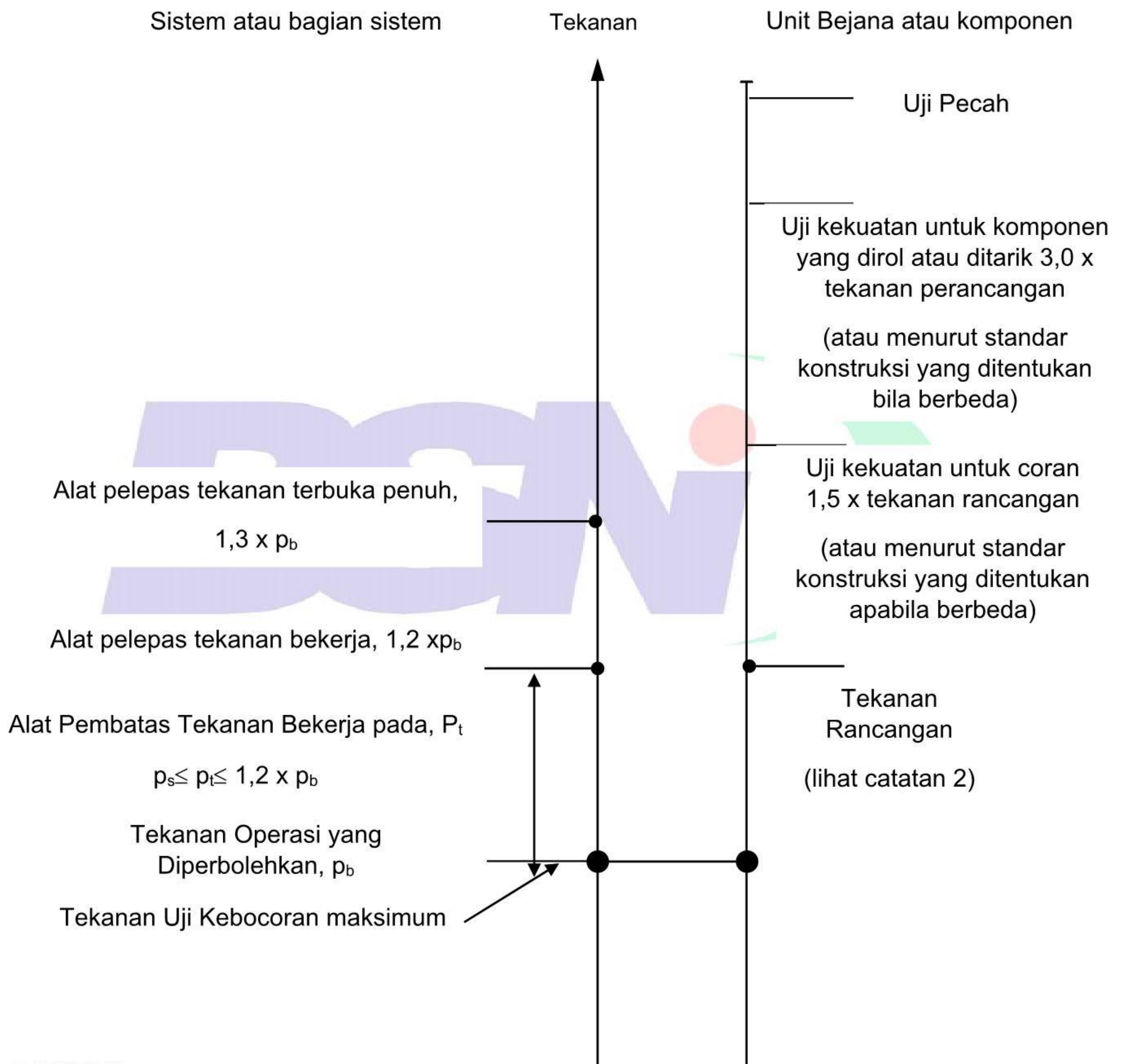
WFF: bisa terbakar pada kasus fraksinasi yang terburuk

CATATAN:

1. Batas praktek refrigeran kelompok A1 adalah lebih kecil dari setengah konsentrasi yang dapat menyebabkan orang kesulitan bernafas atau dapat menyebabkan efek narkotik atau merusak sistem pernafasan bergantung mana yang lebih kritik. Untuk refrigeran kelompok A2 batas praktek adalah sesuai dengan batas yang disebutkan sebelumnya atau 1/5 dari LEL, bergantung mana yang lebih kecil. Untuk kelompok refrigeran A3, batas praktek refrigeran adalah 1/5 LEL. Untuk kelompok refrigeran B1 dan B2 batas praktek adalah 1/8 dari nilai LC_{50}. Jika nila LC_{50} tidak ada maka batas praktek sama dengan *Standard exposure* (TWA).
2. Nilai yang tertera harus dikurangi menjadi 2/3nya jika ruangan berada pada ketinggian lebih dari 2000 m di atas permukaan laut atau menjadi 1/3 nya jika ketinggian lebih dari 3000 m di atas permukaan laut.

3. Nilai GWP berdasar pada 100 tahun horison. Definisi GWP dan ODP adalah sesuai dengan definisi yang dibuat pada ‘Scientific Assesment of Stratospheric Ozone: 1989, Panel For Scientific Assesment’ dan dalam ‘Intergovernmental Panel on Climate Change:1991, the IPCC Scientific Assesment’.
4. Sebagai perbandingan, berat molekul udara adalah 28,8 kg/kmol.
5. Notasi R- adalah sesuai dengan ISO 817.
6. Tabel di atas tidak berisi semua zat yang mungkin digunakan sebagai refrigeran. Jika terdapat zat lain yang digunakan sebagai refrigeran, maka batas praktek ditentukan berdasarkan pertimbangan yang telah disebutkan dalam catatan 1 dan refrigeran harus diklasifikasikan berdasarkan sistem klasifikasi yang telah dibahas dalam Sub pasal 4.4.
7. Refrigeran R-40 dan R-764 tidak dicantumkan dalam tabel karena refrigeran ini tidak lagi digunakan.

Lampiran B
Hubungan antara tekanan operasi yang diperbolehkan dengan tekanan lainnya

Hubungan antara tekanan operasi yang diperbolehkan (p_b) dan tekanan lainnya yang disebutkan dalam standar ditunjukkan oleh Gambar B1.

CATATAN:
1. Penting untuk diperhatikan bahwa nilai tekanan pada sistem (diagram kiri) tidak melebihi nilai tekanan komponen (diagram kanan), Lihat Sub Pasal 5.2.
2. Tekanan rancangan harus paling tidak 1,2 x tekanan operasi yang diperbolehkan p_s, tetapi dapat berbeda untuk hal-hal yang tidak ada kaitannya dengan keselamatan, misalnya alasan komersial, lihat Sub Pasal 5.2.

Gambar B1 - Hubungan antara tekanan operasi yang diperbolehkan dengan tekanan lainnya

Lampiran C
(normatif)
Panduan untuk menghindari sumber-sumber potensi nyala api

C.1 Proteksi terhadap bahaya api dan ledakan

Untuk sistem yang menggunakan refrigeran mampu-bakar, sistem pendingin harus dikonstruksi sedemikian agar setiap kebocoran refrigeran tidak mengalir atau menggenang sehingga menimbulkan bahaya api atau ledakan pada area di mana peralatan dengan komponen dan aparatusnya dapat menjadi sumber nyala api dan dengan komponen dan aparatusnya yang dapat berfungsi dalam kondisi normal ataupun pada kondisi saat terjadi kebocoran, harus disesuaikan.

CATATAN 1 Sumber nyala api mencakup permukaan panas yang melebihi batas temperatur yang ditentukan, lidah api dan gas panas yang tidak tertutup dengan tepat dan peralatan listrik yang dapat menimbulkan percikan.
Untuk menentukan apakah sumber nyala api berada pada tempat di mana kebocoran refrigeran dapat mengalir atau menggenang, IEC 60079-10-1: 2009 atau metode tes pada Lampiran D2 harus digunakan untuk mengestimasi ukuran dan perluasan zona potensi terbakar.

CATATAN 2 Annex B.5.2 pada IEC 60079-10-1: 2009 (*estimation of hypothetical volume*) atau borang penilaian lainnya dapat digunakan, sebagai contoh, pemodelan komputasi bisa saja dikatakan tepat-guna pada beberapa situasi-situasi tertentu.

Komponen dan aparatus dapat dianggap bukan termasuk sumber nyala api jika memenuhi paling tidak satu dari poin-poin berikut:

— Ditempatkan sedemikian sehingga komponen dan aparatus tersebut berada di luar zona potensi terbakar, di mana pada zona tersebut dapat terjadi kebocoran refrigeran hingga refrigeran tersebut mengalir atau tergenang, atau

— Dilengkapi dengan ventilasi dengan aliran udara yang cukup tinggi. Ventilasi dapat berupa ventilasi permanen atau ventilasi yang mulai bekerja sebelum adanya penyaluran energi ke komponen dan aparatus. Aliran udara yang cukup tinggi dimaksudkan agar konsentrasi refrigeran pada sumber potensi nyala api tidak melebihi 50% LFL, atau

— Persyaratan untuk peralatan yang diproteksi memenuhi zona 2, zona 1 atau zona 0 yang didefinisikan pada EN 60079-10-1, atau

— Untuk peralatan listrik, energi maksimum percikan pada sirkuitnya tidak akan membakar refrigeran saat berada pada titik di mana konsentrasinya paling mudah untuk terbakar.

Perhatian harus diberikan terhadap ketersediaan aliran udara selama usia pakai peralatan dan pengendalian yang tepat harus dilakukan untuk menghindari penyaluran energi ke komponen atau aparatus apabila aliran udara berkurang ke suatu nilai yang akan menyebabkan konsentrasi melebihi 50% LFL.

Temperatur permukaan yang terkena langsung dengan kebocoran refrigeran mampu-bakar tidak boleh melebihi temperatur nyala api secara auto dari refrigeran dikurangi 100 K. Temperatur nyala api secara auto terdapat pada Tabel 7.

Memutuskan koneksi dan mengoneksikan konektor listrik pada komponen tidak dianggap sebagai kondisi operasi normal. Jika ada steker dan keluaran stop kontak, maka steker dan

keluaran stop kontak tersebut harus dianggap sebagai bagian dari peralatan. Memutuskan koneksi atau mengoneksikan steker dari/ke keluaran stop kontak dapat dianggap sebagai bagian dari operasi normal kecuali jika penggunaan perkakas khusus diperlukan.

Untuk peralatan yang memiliki penutup dengan pintu dan panel lain yang dapat digerakkan, dan lainnya, penaksiran harus memertimbangkan perluasan zona terbakar apabila pintu dan panel terbuka sebelum atau sesudah kebocoran, jika diharapkan pintu dan panel tersebut dapat digerakkan saat operasi normal. Jika penaksiran memperlihatkan bahwa zona potensi terbakar dapat diperluas melebihi batasan ukuran peralatan, informasi ini harus disertakan dalam dokumentasi peralatan.

CATATAN 5 Sistem mungkin perlu menyesuaikan regulasi nasional yang berhubungan dengan peralatan dan sistem ditujukan untuk penggunaannya pada lingkungan yang memiliki potensi terjadi ledakan. Kesesuaian dengan standar ini tidak menunjukkan kesesuaian dengan regulasi-regulasi tersebut.

C.2 Pengujian simulasi kebocoran untuk refrigeran mampu-bakar (Informatif)

Pengujian simulasi kebocoran berdasarkan LAMPIRAN D.1 harus memenuhi metode berikut.

Pengujian simulasi kebocoran dilakukan dengan melakukan pembebasan refrigeran dari suatu wadah pada suatu lokasi di sistem refrigerasi. Refrigeran dibebaskan saat titik kegagalan kritis. Titik kegagalan kritis adalah bagian manapun (perpipaan atau komponen) yang mengandung refrigeran yang akan menghasilkan konsentrasi tertinggi refrigeran pada sumber potensi nyala api.

CATATAN 1 Wadah dipisahkan dari sistem refrigerasi dan dapat berupa silinder refrigeran, selang dan titik pembebasan.

Peralatan/sistem tersebut harus disusun sedemikian demi tujuan instalasi dan bedasarkan manual instalasi. Ada berbagai kemungkinan untuk instalasi, susunan yang memberikan hasil yang paling tidak disukai harus digunakan.Untuk sambungan dan komponen kurang dari diameter nominal 50 mm atau tangki kurang dari 5 L, bahwa laju aliran massa tidak boleh kurang dari 1 g/s ± 5%. Untuk kasus lain laju aliran massa tidak boleh kurang dari 3 g/s ± 5%.

Refrigeran tidak boleh dilepaskan dalam fasa uap. Refrigeran dilepaskan menuju ke arah yang menghasilkan konsentrasi tertinggi pada sumber nyala api yang sedang diuji. Refrigeran harus dibebaskan pada tekanan minimum 0,25 × PS dari bagian yang dapat digunakan dari sistem dan tidak kurang dari 2 bar.

Total massa refrigeran yang dibebaskan tidak kurang dari kapasitas muatan sistem refrigerasi atau hingga konsentrasi belum meningkat atau digantikan oleh lebih dari ± 10% nilai rata-rata dalam tiga menit.

CATATAN 2 Mengidentifikasi kelayakan bahan pelapis kanal, saluran dan kabel yang berkemungkinan dilewati refrigeran, sebagai contoh, kebocoran di dalam insulasi pipa sehingga refrigeran dapat berpindah ke lokasi lain di mana kebocoran sebenarnya terjadi.

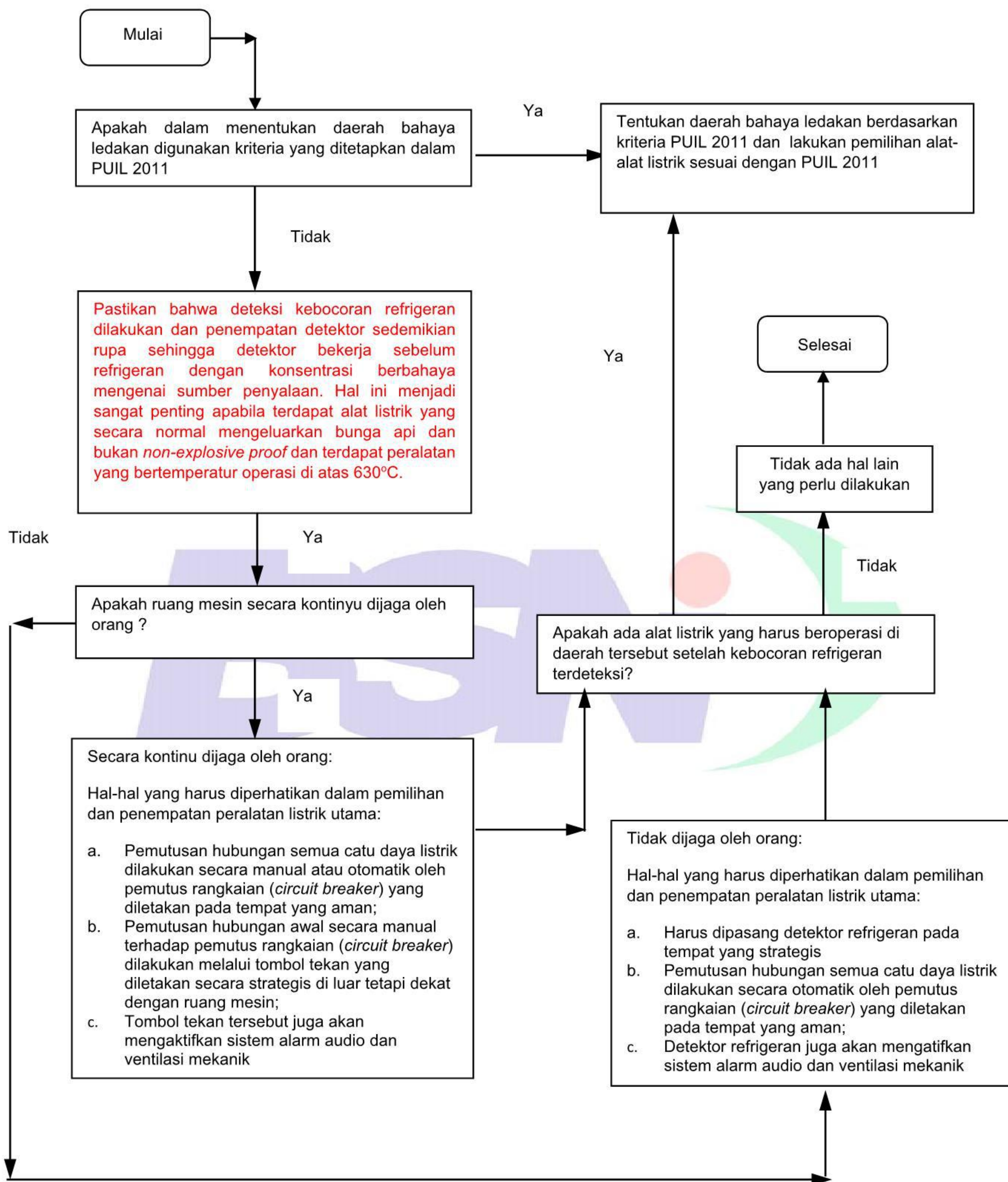
Selama pengujian, sistem dimatikan atau dioperasikan pada operasi normal pada voltase yang ditentukan, manapun yang memberikan hasil yang paling tidak baik kecuali jika ventilasi diaktifasi sebelum penyaluran energi pada pembebanan berapapun, dalam kasus di mana pengujian harus dilakukan dengan peralatan operasi. Selama pengujian di mana peralatan beroperasi, pembebasan refrigeran dimulai pada saat yang sama dengan dinyalakannya peralatan.
Jika suatu bagian dari sistem memiliki ukuran ruang minimum, terkait dengan hal ini, berdasarkan Peraturan 1, pengujian dilakukan di dalam ruangan dengan ukuran ± 20%.

Pengujian dilakukan di dalam ruangan yang memiliki kecepatan udara sisa tidak lebih dari 0,1 m/s.

Konsentrasi gas diukur pada interval tidak lebih dari 5 s. Konsentrasi yang terukur dari refrigeran gas yang mengelilingi komponen tidak melebihi 50 % dari FLF refrigeran selama pengujian berlangsung.

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dan diulangi sebanyak tiga kali jika satu dari hasil pengujian yang didapat menunjukkan LFL lebih dari 40 %.Instrumen yang digunakan untuk memantau konsentrasi gas refrigeran harus memiliki respon cepat terhadap konsentrasi gas, umumnya lebih cepat dari 20 s dan harus ditempatkan sedemikian sehingga tidak mempengaruhi hasil pengujian.

Durasi pengujian harus setidaknya dua kali durasi kebocoran dari muatan refrigeran untuk terbebaskan atau hingga konsentrasi belum meningkat atau termuati lebih dari ± 10 % nilai rata-rata selama tiga menit.

C.3 Panduan pemilihan peralatan listrik untuk daerah bahaya ledakan (Informatif)

Gambar C.3 - Prosedur penentuan peralatan listrik bagi daerah bahaya ledakan

Lampiran D
(Informatif)

Prosedur pemeriksaan kelayakan penggunaan refrigeran mudah menyala yang direkomendasikan

D1 Umum

Prosedur berikut berisi hal-hal yang harus dilakukan apabila memasang sistem baru yang menggunakan refrigeran *flammable* atau mengkonversi refrigeran sistem yang sudah ada ke refrigeran *flammable.*

D2 Survei lokasi

Lokasi yang akan ditempati oleh mesin refrigerasi harus disurvei oleh pemasang mesin, dan formulir E1 harus dilengkapi untuk setiap sistem atau instalasi yang terpisah. Dari data yang terkumpul harus dapat disimpulkan apakah refrigeran flammable dapat diterapkan atau tidak.

D3 Saran pembuat mesin

Pemasang mesin harus berkonsultasi terlebih dahulu dengan pembuat mesin, perusahaan pemasok, badan atau pakar yang berkompeten mengenai aspek keamanan dan keselamatan refrigeran flammable yang akan digunakan pada suatu mesin. Saran yang diberikan harus berhubungan dengan keamanan peralatan, ketahanan material (*compatibility*) terhadap refrigeran, dan kesesuaian refrigeran dengan pelumas yang digunakan. Saran dan komentar yang diberikan harus dicatat atau dituliskan sebagai salah satu bagian dalam formulir E1.

D4 Klasifikasi ruangan

Semua ruangan yang dilayani oleh sistem pendingin tersebut, harus sesuai dengan ketentuan pada Sub pasal 6.2.

D5 Pemeriksaan sistem

Dalam hal konversi ke refrigeran flammable, material konstruksi sistem yang terhubung dengan peralatan sumber refrigerasi harus dievaluasi untuk melihat apakah dapat melayani kinerjai refrigeran baru, ketahanan materialnya terhadap refrigeran baru, dan kesesuaian dengan standar yang berlaku sebelum penggantian refrigeran dilakukan.

D6 Pemeriksaan daerah bahaya ledakan

Seluruh daerah yang ditempati oleh sistem, peralatan utama, pipa refrigeran, dan ruangan yang didinginkan langsung oleh sistem tersebut harus diperiksa kemungkinan masuk ke dalam daerah bahaya ledakan sesuai dengan kriteria yang ditetapkan dalam PUIL 2011.

D7 Kesesuaian peralatan listrik

Jika lokasi tempat mesin masuk kategori daerah bahaya ledakan, maka peralatan listrik yang digunakan harus sesuai untuk daerah bahaya ledakan seperti yang dianjurkan dalam PUIL 2011.

D8 Sumber penyalaan

Pemeriksaan kriteria daerah bahaya ledakan, harus memperhatikan sumber penyalaan seperti yang didefinisikan pada Sub pasal 3.41. Pertimbangan massa jenis refrigeran *flammable* harus dimasukan kedalam penyidikan terhadap daerah potensi bocor dan pola penyebaran refrigeran yang bocor tersebut.

D9 Faktor-faktor yang mencegah penyebaran kebocoran

Hasil pemeriksaan lokasi harus mencakup komentar dan saran mengenai cara-cara yang dapat mencegah terjadinya penyebaran kebocoran refrigeran pada lokasi sistem refrigerasi. Rincian survei harus tertulis pada satu bagian dalam formulir E1.

D10 Ventilasi

Cara atau metoda penyediaan udara ventilasi pada lokasi di mana mesin refrigerasi ditempatkan harus dituliskan pada bagian yang relevan dalam formulir E1 dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang disebutkan dalam Lampiran D butir DE9.

D11 Sistem deteksi gas

Spesifikasi sistem deteksi gas yang diajukan harus disertakan dalam bagian yang relevan pada formulir E1, termasuk tindakan atau reaksi apa yang terjadi jika terdeteksi adanya kebocoran refrigeran flammable.

D12 Penyumbatan kebocoran

Seluruh sistem, termasuk peralatan utama, harus diuji tekan terlebih dahulu sesuai dengan persyaratan yang tertulis pada Sub Pasal 7.1.3 sebelum diisi refrigeran flammable. Rincian mengenai prosedur pencegahan kebocoran harus disertakan pada bagian yang relevan dalam formulir E1.

D13 Operasi dan perawatan

Panduan operasi dan perawatan seperti yang ditulis dalam Sub pasal 8.2.2 harus disertakan.

Lampiran D
(informatif)

Contoh formulir pemeriksaan kelayakan penggunaan refrigeran mudah menyala

1. Nama/perusahaan yang melakukan pemeriksaan
………
………………………………………………………………………………………

2. Pabrik/perusahaan/lembaga/personil pemberi saran
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………

3. Kategori ruangan tempat mesin berada
   (sesuai dengan kategori ruang seperti yang tertera pada Tabel 2)

   ☐ I
   ☐ II
   ☐ III
   ☐ IV

4. Pemeriksaan sistem (Lampiran B)

A	Logam fero	diperiksa
b	Logam non fero	diperiksa
c	Paduan kuningan	diperiksa
d	Material penyekat non logam	diperiksa
e	Kaca	diperiksa
f	Komponen karet dan selang	diperiksa

Jenis sistem pendingin (sesuai dengan jenis sistem pendingin yang tertera pada Tabel 1)

5. Apakah pipa refrigeran keluar melewati ruang mesin (ya/tidak) (Sub Pasal 6.3.2.3)

6. Kriteria ruang bahaya ledakan terpenuhi atau tidak (sesuai dengan PUIL 2011).
………
………
…………………………………………………………………………..

7. Persyaratan peralatan listrik terpenuhi atau tidak (sesuai dengan PUIL 2011).
………
………
…………………………………………………………………………..

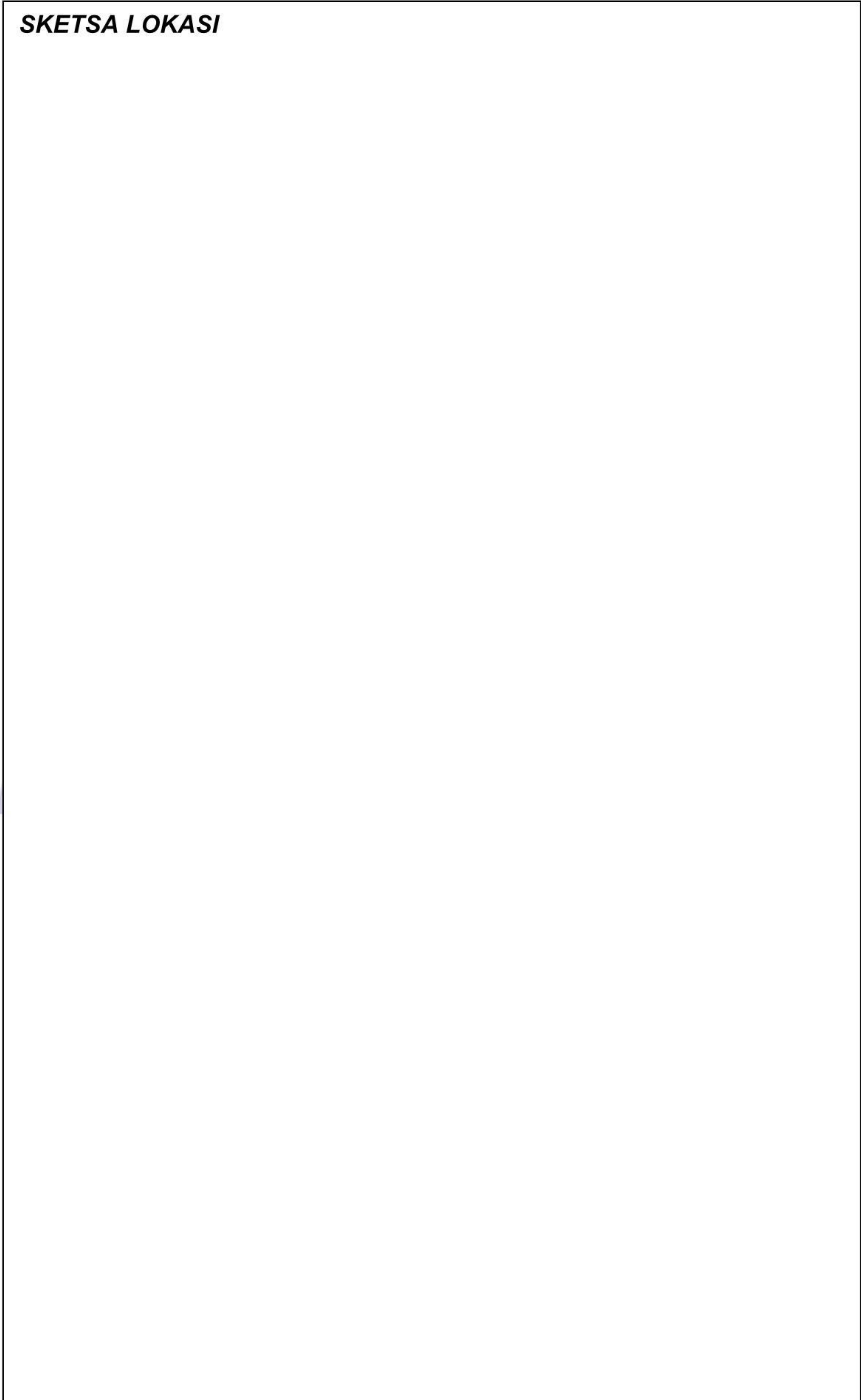
8. Pemeriksaan sumber penyalaan (Lampiran D butir D8)
………
………
…………………………………………………………………………

9. Faktor-faktor yang dapat mencegah penyebaran kebocoran (Lampiran D butir D9)
……………………………………………………………………………………………………
……
…………………………………………………………………………………

10. Ventilasi (Tabel 8)
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………

11. Sistem pemeriksaan kebocoran (Sub Pasal 4.7, dan Lampiran D)
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………

12. Penyekatan kebocoran (Sub Pasal 7.1.3)
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………

SKETSA LOKASI

Lampiran E
(Informatif)

Hal-hal yang harus diperhatikan pada saat konversi refrigeran ke refrigeran kelompok A3

E1 Umum

Dalam lampiran ini akan diberikan petunjuk umum mengenai hal-hal yang harus diperhatikan dalam mengkonversi refrigeran ke refrigeran kelompok A3. Konversi yang dimaksud hanya bisa dilakukan pada mesin refrigerasi kompresi uap, sedangkan refrigeran yang dikonversi adalah refrigeran halokarbon.

E2 Komponen utama

Secara umum komponen utama mesin refrigerasi seperti kompresor, kondensor, alat ekspansi (pipa kapiler) dan evaporator tidak perlu diganti. Semua material yang tahan terhadap refrigeran halokarbon juga tahan terhadap refrigeran kelompok A3 khususnya refrigeran hidrokarbon.
Untuk kompresor jenis rotari perlu diperhatikan jumlah muatan refrigeran agar tidak merusak terminal listrik .

E3 Mesin refrigerasi domestik (rumah tangga)

E3.1 Komponen listrik

Komponen listrik yang harus diperhatikan dan dimodifikasi dapat dilihat pada Tabel E1 berikut.

Tabel E1 - Komponen listrik yang harus diperhatikan pada saat konversi

Komponen listrik	Cara pengamanan
Kompresor hermetik	Beri isolasi silikon pada sambungan kabel/terminal listrik yang terbuka. Kompresor hermetik dengan kumparan kawat motor yang telah digulung kembali tidak dianjurkan untuk dikonversi ke refrigeran A3.
Kapasitor *start* kompresor	Beri isolasi silikon pada sambungan kabel/terminal listrik yang terbuka, atau masukan dalam kotak yang tertutup rapat.
Relai kompresor	Ganti dengan jenis yang kedap,*solid state* atau letakan pada kotak yang tertutup rapat
Thermal overload protector	Ganti dengan *protector* jenis *solid-state*, atau dari jenis yang kedap, atau isolasi dengan silikon sampai menutupi badan kompresor
Termostat elektro-mekanik	Letakan di luar lemari, diisolasi dengan silikon, atau diganti dengan jenis yang kedap.
Saklar lampu atau saklar *on-off*	Ganti dengan saklar dari jenis yang kedap, diisolasi sehingga tidak ada kemungkinan refrigeran mengenai kontaktor
Kabel listrik dan komponen elektronik	Pastikan terpasang kuat pada tiap sambungannya dan beri isolasi silikon.
Sistem Defrost jenis pijar	Ganti dengan jenis tahanan listrik.

E3.2 Pipa

Rangkaian pipa harus membentuk rangkaian tertutup. Semua sambungan harus di brazing. Tidak perlu ada perubahan rangkaian pemipaan.

E3.3 Penyebaran kebocoran

Penyebaran kebocoran refrigeran A3 dari sistem ini tidak akan menyebabkan masalah, karena jumlah muatan refrigeran biasanya kecil. Berdasarkan standar ini sistem dengan jumlah refrigeran kurang dari 250 g dapat ditempat disemua jenis ruangan dan pada ukuran ruangan berapa saja.

E4 Mesin pengkondisian udara jenis jendela (*ACwindow*)

E4.1 Komponen listrik

Komponen listrik yang harus diperhatikan dan dimodifikasi adalah sama dengan yang tertera pada Tabel E1.

E4.2 Pipa

Rangkaian pipa harus membentuk rangkaian tertutup. Semua sambungan harus di brazing. Tidak perlu ada perubahan rangkaian pemipaan.

E4.3 Penyebaran kebocoran

Langkah awal yang harus dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya kebocoran adalah menghitung volume ruangan. Kemudian jumlah muatan refrigeran A3 dari seluruh unit yang ada di ruangan dihitung dan dibandingkan dengan volume ruangan. Jika konsentrasi refrigeran di udara ruangan lebih besar dari 8 g/m^3 (batas praktek yang diperbolehkan, Tabel 7), maka pada ruangan tersebut harus dilengkapi dengan sensor/detektor refrigeran A3 yang dapat mengaktifkan sistem alarm audio dan atau visual. Jika konsentrasi refrigeran dalam udara ruangan lebih kecil dari 8 g/m^3, maka pada ruangan tidak perlu dipasang detektor/sensor refrigeran.

Berdasarkan standar ini tidak diperkenankan menggunakan *AC Window* yang muatan refrigerannya lebih dari 1,5 kg per unit pada ruang kategori I.

E.5 Mesin pengkondisian udara terpisah (*AC Split*)

E.5.1 Komponen Listrik

Komponen listrik yang harus diperhatikan dan dimodifikasi dapat dilihat pada Tabel E2 berikut.

Tabel E2 - Komponen listrik yang harus diperhatikan pada saat konversi sistim *AC split*.

Komponen listrik	Cara pengamanan
Unit outdoor	
Kompresor hermetik	Beri isolasi silikon pada sambungan kabel/terminal listrik yang terbuka. Kompresor hermetik dengan kumparan kawat motor yang telah digulung kembali tidak dianjurkan untuk dikonversi ke refrigeran A3.
Kapasitor *start* kompresor	Beri isolasi silikon pada sambungan kabel/terminal listrik yang terbuka, atau masukan dalam kotak yang tertutup rapat.
Relai kompresor	Ganti dengan jenis yang kedap atau letakan pada kotak yang tertutup rapat
Saklar Tekanan (*pressure switch*)	Masukan ke dalam kotak yang kedap di tempat yang sama atau kotak beserta sakalr tekanan di tempatkan (1 – 2) m di atas unit outdoor, atau diganti dari jenis yang kedap atau solid state.
Thermal overload protector	Ganti dengan *protector* jenis *solid-state*, atau dari jenis yang kedap, atau isolasi dengan silikon sampai tertutup menngenai badan kompresor
Unit Indoor	
Termostat elektro-mekanik	Letakan di luar lemari, isolasi dengan silikon, atau letakan dalam kotak yang tertutup rapat.
Saklar lampu atau saklar *on-off*	Ganti dengan saklar dari jenis yang kedap, diisolasi sehingga tidak ada kemungkinan refrigeran mengenai kontaktor
Semua unit	
Kabel listrik dan komponen elektronik	Pastikan terpasang kuat pada tiap sambungannya dan beri isolasi silikon.

E5.2 Pipa

Sama dengan Lampiran E butir E4.2

E5.3 Penyebaran kebocoran

Sama dengan Lampiran E butir E4.3

E6 Chiller

E6.1 Komponen listrik

Komponen listrik yang harus diperhatikan dan dimodifikasi dapat dilihat pada Tabel E3 berikut.

Tabel E3 - Komponen listrik yang harus diperhatikan pada saat konversi chiller

Komponen listrik	Cara pengamanan
Kompresor hermetik	Beri isolasi silikon pada sambungan kabel/terminal listrik yang terbuka.
Kapasitor start kompresor	Beri isolasi silikon pada sambungan kabel/terminal listrik yang terbuka, atau masukan dalam kotak yang tertutup rapat.
Relai kompresor	Ganti dengan jenis yang kedap atau letakan pada kotak yang tertutup rapat
Thermal overload protector	Ganti dengan *protector* jenis *solid-state*, atau dari jenis yang kedap, atau isolasi dengan silikon sampai menutupi badan kompresor
Termostat elektro-mekanik	Letakan terpisah, isolasi dengan silikon, atau letakan dalam kotak yang tertutup rapat.
Saklar on off	Ganti dengan saklar dari jenis yang kedap, diisolasi sehingga tidak ada kemungkinan refrigeran mengenai kontaktor
Kontaktor	Letakan dalam panel yang terisolasi atau letakan paling tidak 2 m dari chiller atau rangkaian pipa
Saklar tekanan (termasuk saklar tekanan oli)	Letakan dalam kotak kedap yang tersendiri dan mempunyai lubang ventilasi pada bagian bawah
Kabel listrik	Pastikan bahwa kabel listrik terpasang kuat pada tiap sambungannya dan beri isolasi silikon.

E6.2 Pipa

Sama dengan Lampiran E Butir E4.2

E6.3 Penyebaran kebocoran

Persyaratan jumlah muatan refrigeran yang boleh diisikan harus sesuai dengan ketentuan yang dituliskan pada Sub Pasal 4.5.

Jika mesin dalam ruang mesin, maka persyaratan ruang mesin (Sub Pasal 6.8) harus dipenuhi. Aturan-aturan yang dituliskan dalam Lampiran G direkomendasikan untuk diperhatikan.

E7 Hal umum yang harus diperhatikan pada saat konversi, perawatan atau servis

1. Konversi refrigeran harus dilakukan di ruang yang berventilasi atau di udara terbuka;
2. Konversi refrigeran harus dilakukan pada tempat yang jauh dari sumber penyalaan (radius 2 m);
3. Jangan menggunakan detektor obor untuk uji kebocoran;
4. Terdapat pemadam kebakaran di dekat tempat konversi dan mudah dijangkau;
5. Usahakan untuk melakukan rekoveri refrigeran halocarbon;
6. Gunakan refrigeran A3 yang tepat;
7. Tutup rapat keran botol pengisi setelah digunakan;

8. Jangan simpan botol refrigeran A3 pada tempat yang tertutup rapat.

E8 Hal-hal yang perlu dicantumkan pada sistem

Setelah konversi hal-hal berikut harus dicantumkan pada sistem.

1. Tanda bahwa sistem tersebut telah dikonversi ke refrigeran kelompok A3 (sebutkan nomor atau jenis refrigeran yang digunakan);

2. Tanda bahwa sistem tersebut telah diisi dengan refrigeran A3 yang bisa terbakar;

3. Jumlah muatan refrigerant;

4. Tanggal konversi dilakukan;

5. Tanda bahwa yang dapat merawat atau melakukan servis terhadap sistem yang telah dikonversi hanyalah orang-orang yang berkompeten saja;

Lampiran F
(Informatif)

Panduan pengoperasian dan perawatan peralatan dan sistem refrigerasi komersial dan industri dalam kaitannya dengan aspek keamanan

F1 UMUM

Selain memahami standar, pemilik mesin refrigerasi juga dapat berkonstribusi dalam hal penanganan keselamatan dengan cara mengoperasikan peralatan refrigerasi tersebut pada kondisi rancangannya. Pengambilan data baik secara manual atau melalui suatu sistem akusisi data merupakan salah satu langkah yang sangat dianjurkan. Analisis kinerja dengan menggunakan data operasi yang tercatat tersebut, akan dapat memberikan indikasi awal adanya kelainan sistem yang mengarah kepada kemungkinan timbulnya bahaya yang lebih besar.

F2 INSTRUKSI PENGOPERASIAN

Setiap sistem refrigerasi harus dilengkapi dengan instruksi pengoperasian singkat tetapi jelas yang diletakkan dekat dengan sistem tersebut. Instruksi ini paling tidak berisi:

a. Instruksi/cara menghentikan dan menjalankan sistem, dan
b. Instruksi/cara menghentikan sistem pada keadaan darurat.

CATATAN:
Biasanya instruksi ini telah dibuat oleh pabrik pembuat sistem refrigerasi dan harus disertakan pada saat penyerahan mesin.

F3 Instruksi personil

F3.1 Tanggung jawab pemilik

Pemilik bertanggung jawab atas keselamatan dan keamanan serta kesehatan operator sistem. Oleh sebab itu, operator harus diberi informasi selengkap lengkapnya.

F3.2 Instruksi umum

Perusahaan pemasok, pemasang atau pembuat sistem refrigerasi berkewajiban, atas dasar hukum, untuk mengingatkan pemilik agar memberikan informasi/instruksi yang selengkap-lengkapnya kepada operator dan sebagai tambahan harus juga diberikan informasi mengenai:

a. Bahaya tambahan akibat terjadinya dekomposisi beberapa refrigeran karena adanya orang yang merokok atau ada nyala api;

b. Jika sistem refrigerasi dirangkai dan dipasang di lokasi pengoperasian, maka sebaiknya operator dilibatkan terutama dalam hal pemasangan komponen unit, penghampaan dan pengisian refrigeran;

c. Sebelum mesin dijalankan sebaiknya operator telah mendapat pelatihan atau instruksi khusus dari pemasang atau pembuat mesin tentang tatacara pengoperasian, perawatan serta prosedur keamanan yang harus diperhatikan.

F3.3 Keselamatan personil di ruang dingin (*cool room*)

Prosedur keamanan untuk personil dalam ruang dingin diberikan pada Sub Pasal 6.2

F3.3.1 Umum

Perhatian harus diberikan kepada personil yang tidak dapat keluar, sebagai contoh karena kecelakaan, atau secara tidak sengaja terkunci dalam ruang dingin, terutama ruang dingin yang bertemperatur di bawah 0 °C. Beberapa saran keamanan diberikan pada Lampiran F Butir F.3.3.2 dan F.3.3.3.

F.3.3.2 Jumlah Personil

Personil tidak boleh bekerja sendirian di dalam ruang dingin. Namun demikian apabila hal ini tidak dapat dihindarkan, maka keamanan personil tersebut harus diperiksa setiap jam.

F.3.3.3 Pemeriksaan petugas

Beberapa menit setelah jam kerja berakhir, maka personil yang bertanggung jawab dalam pemeriksaan keliling harus memastikan bahwa tidak ada lagi personil yang tertinggal di dalam ruang dingin , dan memastikan bahwa tidak ada lagi orang yang berada dalam ruang dingin sebelum dikunci.

F4 Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian

F4.1 Perlindungan kompresor terhadap cairan refrigeran dan oli memasuki sisi selinder

Semua kompresor, terutama kompresor modern berkecepatan tinggi, dirancang untuk mengkompresi gas saja, dan dirancang sedemikian rupa sehingga tidak ada cairan refrigeran dan tetes pelumas memasuki sisi isap kompresor.

Dalam hal kompresor torak, efek palu air akibat adanya cairan refrigeran dan/atau oli yang memasuki silinder dapat menyebabkan rusaknya katup-katup dan dalam kasus yang ekstrim dapat memecahkan rumah kompresor, piston, batang penghubung, roda gigi katup, pelat dudukan, *cylinder liners*, dan penutup kepala silinder. Kerusakan yang sama dapat terjadi pada jenis kompresor lainnya.

Oleh sebab itu, selama operasi dan pada saat *start* harus diperhatikan cara-cara mencegah masuknya cairan refrigeran dan oli yang berlebih ke dalam silinder kompresor. Jika perlu dipasang pemisah cairan/uap.

Kondensasi refrigeran dalam atau dekat kompresor karena temperatur lingkungan yang rendah harus dicegah, sebagai contoh dengan memasang pemanas yang dioperasikan jika kompresor tidak sedang beroperasi. Disamping itu pada saluran keluar dapat dipasang katup searah untuk mencegah refrigeran memasuki kompresor pada saat *shut down*.

F4.2 Pelindungan personil dari kipas dan mesin bergerak lainnya

Kipas dan mesin bergerak lainnya harus diberi penghalang sesuai dengan standar dan aturan yang berlaku.

F4.3 Pemindahan, konversi dan penyimpanan refrigeran

F4.3.1 Pemindahan

Jika menambah atau mengurangi refrigeran dari suatu sistem, maka harus diperhatikan hal-hal berikut ini (lihat Sub Pasal 8.1.2):

a. Pemindahan refrigeran harus dilakukan oleh orang yang berkompeten;

b. Harus diperhatikan bahwa tidak melakukan pengisian melebihi jumlah yang ditentukan (lihat Sub Pasal 5.5, 8.1.1 dan 7.4);

c. Harus diperhatikan agar tidak mengisi refrigeran dari jenis yang berbeda;

d. Tabung pengisi refrigeran harus diputuskan dari sistem segera setelah pengisian dilakukan;

e. Tabung pengisi tidak boleh dipanaskan melebihi temperatur referensi yang diberikan oleh pembuat mesin selama proses pemindahan.

F4.3.2 Konversi refrigeran

Konversi refrigeran ke refrigeran lain yang ekivalen harus dilakukan oleh personil yang kompeten.

F4.3.3 Penyimpanan Refrigeran

Tabung pengisi refrigeran harus disimpan dengan cara yang sesuai standar dan aturan yang berlaku. Bagi refrigeran kelompok A3, cara-cara penyimpanan dapat merujuk pada hal-hal yang disarankan dalam Refrigeran Kelompok A3: Keamanan Pengisian, Penyimpanan dan Transportasi (SNI……). Secara umum cara penyimpanan tabung refrigeran harus mempertimbangkan adanya bahaya keracunan dan bahaya kebakaran.

F5 PERAWATAN DAN KONVERSI REFRIGERAN

F5.1 Umum

Semua bagian dari sistem refrigerasi harus dirawat dengan baik untuk menghindari kerusakan pada alat dan bahaya terhadap personil. Penumpukan debu dan kotoran harus dihindarkan dan dan harus mudah dijangkau.

F5.2 Perbaikan kerusakan dan kebocoran

Kerusakan dan kebocoran harus diperbaiki segera. Jika perbaikan memerlukan keahlian diluar kemampuan operator, maka perbaikan harus dilakukan oleh teknisi dari luar yang berkompeten.

F5.3 Alat pengukur tekanan dan instrumen/kendali keamanan

Alat ukur tekanan dan semua instrumen dan kendali keamanan yang terpasang harus dirawat dengan baik dan secara berkala harus diperiksa apakah masih dapat bekerja dengan baik, khususnya setelah mesin mengalami perbaikan besar.

F5.4 Perbaikan (penggunaan peralatan dengan busur listrik atau nyala api)

Jangan memulai melakukan perbaikan sebelum hal-hal berikut ini diperhatikan:

a. Bagian yang akan diperbaiki harus diisolasi dari bagian lain dalam artian tidak ada refrigeran yang dapat memasuki bagian tersebut. Kemudian refrigeran yang ada dalam bagian tersebut harus dikeluarkan, dan bagian tersebut harus dibilas dengan gas Nitrogen atau gas mulia;

b. Ruangan tempat bekerja harus mempunyai ventilasi yang baik. Jika perlu semua jendela ruangan dibuka, dan ruangan dilengkapi dengan ventilasi mekanik;

c. Selain teknisi yang memperbaiki alat, harus ada orang lain yang menemani dan membantunya, atau paling tidak mengamati;

d. Teknisi yang memperbaiki alat harus dilengkapi dengan alat-alat pelindung. Jika terjadi kebakaran, maka pemadam api manual harus tersedia dan dalam jangkauan teknisi tersebut.

CATATAN:
Cara pencegahan kebakaran atau pemadaman kebakaran harus sesuai dengan standar yang berlaku.

Semua pekerjaan tidak rutin yang akan dilakukan terhadap sistem yang mengandung refrigeran cair atau gas yang berbahaya (beracun, atau mudah terbakar) harus seijin petugas yang berwenang yang paham tentang potensi bahaya yang terkandung serta prosedur keamanannya.

Pekerjaan panas (misalnya pengelasan) tidak boleh dilakukan terhadap suatu sistem yang mengandung refrigeran atau material yang mudah menyala, kecuali sistem tersebut sudah tidak mengandung refrigeran, tidak ada refrigeran di lingkungan kerja, atau diyakini tidak ada lagi refrigeran yang dapat keluar dari tempat atau disekitarnya.

F5.5 Konversi refrigeran

Pada saat konversi, refrigeran yang dikeluarkan sebanyak mungkin ditampung dalam tabung yang tepat, jika memungkinkan gunakan *Recovery Machine*.

CATATAN:
Botol refrigeran pengisi yang baru jangan diisi dengan refrigeran yang diambil (*recovered*) dari sistem, karena refrigeran pengisi akan terkontaminasi.

Refrigeran yang terkontaminasi, atau refrigeran yang berbahaya terhadap lingkungan, harus dikumpulkan untuk didaur ulang atau dimusnahkan oleh lembaga yang berwenang.

Dalam hal transportasi dan penyimpanan, maka tabung-tabung refrigeran tadi harus dibedakan dengan diberi tanda dan label yang tepat.

F5.6 Pengeluaran

Refrigeran tidak boleh dibuang ke saluran air, saluran buangan atau selokan.

F5.7 Detektor gas

Peralatan atau sistem deteksi harus diperiksa dan diuji agar selalu terjamin pendeteksian dan pengendalian sistem alarmnya.

F6 Peralatan pelindung

F6.1 Umum
Untuk melindungi manusia dan bangunan, maka harus disediakan peralatan pelindung yang tepat sesuai ukuran sistem refrigerasi dan jenis refrigeran yang digunakan.

F6.2 Peralatan pemadam kebakaran

F6.2.1 Umum
Pemadam kebakaran yang tepat harus disediakan. Jenis fluida pemadam kebakaran harus dipilih secara tepat, sesuai dengan yang direkomendasikan oleh pemasok refrigeran.

F6.2.2 Alarm
Setiap sistem detektor kebocoran refrigeran harus terhubung dengan sistem alarm.

F6.2.3 Sistem *sprinkler*
Pemasangan sistem *sprinkler* pada ruang yang berisi sistem refrigerasi amonia perlu dipertimbangkan. Jika terjadi kebocoran dalam jumlah besar, air yang keluar harus dapat menyerap seluruh uap amonia yang keluar.

F6.3 Peralatan pelindung personil

F6.3.1 Umum

Peralatan pelindung yang memadai harus disediakan bagi personil yang kemungkinan akan terkena refrigeran pada konsentrasi berbahaya. Peralatan pelindung ini meliputi peralatan pernafasan, sarung tangan, pelindung mata dan pakaian kedap. Peralatan pelindung tersebut harus disimpan dengan hati-hati dan aman, bebas dari ganguan dan halangan dan ditempatkan dekat dengan instalasi tetapi berada diluar daerah beresiko. Peralatan pelindung harus diawasi oleh petugas yang bertanggung jawab yang bertugas untuk memeriksa secara berkala fungsi peralatan tersebut. Hasil pemeriksaan berkala dan perawatan maupun penggantian yang dilakukan harus tercatat dan catatan harus terarsip dengan baik.

CATATAN:
Standar alat pelindung termasuk alat bantu pernafasan sangat bergantung pada jenis refrigeran yang digunakan. Alat bantu peranfasan yang dilengkapi dengan tabung pernafasan tidak selalu diperlukan kecuali untuk kasus R-717.

F6.3.2 Peralatan pelindung pernafasan untuk refrigeran kelompok B2

Kebutuhan peralatan pelindung personil untuk refrigeran kelompok B2 diberikan pada Sub Pasal 8.4.

F6.3.3 Pelatihan

Semua personil yang kemungkinan akan menggunakan perlatan pelindung pernafasan atau pakaian pelindung harus dilatih cara pemakaiannya yang aman.

F6.4 Peralatan Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K)

Peralatan P3K yang tepat dan memadai harus disediakan untuk mengatasi gangguan awal terhadap keracunan, kebakaran, atau karena tersengat dingin.

Lampiran G
(informatif)

Deteksi refrigeran dalam ruang mesin

G1 UMUM

Detektor hanyalah alat penghasil sinyal untuk mengisolasi sistem atau alat pendeteksi tingkat racun di udara. Alat ini tidak dapat mencegah terbentuknya konsentrasi mampu nyala atau konsentrasi racun dari refrigeran.

G2 PENGGUNAAN DETEKTOR

G2.1 Daerah jangkauan

Satu detektor umumnya mempunyai daerah jangkauan sekitar 35 m^2 selama detektor ini dipasang dekat dengan langit-langit atau dekat dengan permukaan lantai bergantung massa jenis refrigeran. Refrigeran dapat lebih berat atau lebih ringan dari udara, oleh sebab itu massa jenis atau massa molar refrigeran harus dibandingkan dengan udara pada saat perancangan ventilasi.

G2.2 Ruang Mesin

Pemasangan detektor pada ruang mesin yang direkomendasikan adalah di atas atau di kedua sisi kompresor atau pada komponen bergerak lainnya atau pada tempat angin keluar (*down wind*) pada ventilasi mekanik yang dioperasikan secara terus menerus. Jika terdapat tiang atau palang yang mempunyai rongga yang dalam, maka untuk refrigeran yang lebih ringan dari udara, pemasangan detektor yang direkomendasikan adalah di antara dua tiang atau palang dan juga di bawah palang.

G2.3 Perawatan

Detektor harus dirawat sesuai dengan anjuran yang diberikan oleh pembuatnya.

Informasi pendukung terkait perumus standar

[1] Komtek/SubKomtek perumus SNI

Komite Teknis 27 – 07 Sistem Refrigeran

[2] Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI

Ketua	: Zakiyudin
Wakil Ketua	: Ardiyansyah
Sekretaris	: Seno Ajisaka
Anggota	: Ari Darmawan Pasek
	Herlin Herlianika
	Putu Nadi Astuti
	Budi Noviandi
	Fathurrahman Yudha
	Hasanuddin Yasni
	Asep Hermawan
	Fransiskus Adiansyah

[3] Konseptor rancangan SNI

Ari Darmawan Pasek

[4] Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI

Pusat Perumusan Standar
Deputi Penelitian dan Kerjasama Standardisasi
Badan Standardisasi Nasional (BSN)